

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE BELLAS ARTES**  
**DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LA EXPRESIÓN PLÁSTICA**



**TESIS DOCTORAL**

**Emoción y Creatividad en Inteligencia Artificial**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

**María Blanco Rodríguez**

Director

**Francisco García García**

**Madrid, 2015**





## Agradecimientos

*A mi abuelo, por sus genes de la ilusión.*

*A mi madre, por su fe.*

*A Paco, por mostrarme el camino.*

*A Hugo, una de esas personas que se preocupa más por dar que por recibir.*

*A Jesús, por incluir la ciencia en mi vida.*

*A los 13 entrevistados, por sus aportaciones desinteresadas.*

*Y al Sistema de Educación Pública Española, gracias al cual, he podido realizar esta tesis.*

Además, quiero dar las gracias a mi familia y amigos, que han entendido la importancia que esto supone para mí.

A todos, gracias.

## 0. RESUMEN

0. RESUMEN.....	8
0.1. PALABRAS CLAVE.....	8
0.2. ABSTRACT.....	9
0.3. KEYWORDS.....	9

## 1.INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.2. PRESENTACIÓN.....	16
1.3. HIPÓTESIS.....	17
1.4. OBJETIVOS.....	17
1.4.1. Objetivos Específicos.....	18
1.5. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.6. APROXIMACIÓN Y DIFERENCIACIÓN CON TRABAJOS PREVIOS.....	32
1.7. OPORTUNIDAD.....	36
1.8. ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	37
1.9. ESQUEMA GENERAL.....	38

## 2. MARCO PRÁCTICO

2.1. OBJETO.....	41
2.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	43
2.3. OBJETIVOS GENERALES Y PARTICULARES.....	44
2.4. MEDIOS Y RECURSOS.....	45
2.5. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	46
2.6. MUESTRA.....	49
2.6.1. Criterios de selección en los encuestados.....	49
2.6.2. Expertos seleccionados.....	49
2.7. CUESTIONARIO.....	50
2.7.1. Temática y formato.....	54
2.7.2. Presentación del cuestionario.....	55

### 3. MARCO TEÓRICO

3.1. ¿POR QUÉ?	68
3.2. EMOCIÓN	71
3.2.1. Mezcla de Emociones	80
3.2.2. El Modelo Cognitivo de Ortony, Clore y Collins (OCC)	84
3.2.3. Simon	87
3.3. EMOCIÓN, QUE NO SENTIMIENTO	88
3.3.1. Historia de los sentimientos	91
3.3.2. Condicionamiento cultural afectivo	94
3.4. SERÍAMOS MÁQUINAS PENSANTES	96
3.5. ¿DÓNDE SE LOCALIZAN LAS EMOCIONES?	102
3.5.1. Características biológicas de la emoción	105
3.5.2. Interactividad entre ego, conciencia y emociones	109
3.5.3. La conciencia como posible computable algorítmicamente	117
3.6. LOS ORDENADORES SON INÚTILES. SÓLO PUEDEN DARTE RESPUESTAS	141
3.7. PERCEPCIÓN MECÁNICA	155
3.8. ARTE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL (ARTISTA ARTIFICIAL, ARTE ARTIFICIAL)	173
3.8.1 La sociedad tecnológica y el nuevo tipo de creatividad	187
3.8.2 Hiperrealidad	200
3.8.3. La obra artística como nuncio de un futuro que está por llegar	202
3.8.4. Rompiendo las barreras arquitectónicas de nuestro cuerpo	205
3.8.5. La contemplación de las máquinas	208
3.8.6. Software como obra de arte	219
3.8.7. La ciencia como posible estético	230
3.8.8. La reformulación del concepto de espectador en el arte de I.A.	235
3.9. FUNCIONAMIENTO DE LOS MEMES. DE LA SOCIEDAD ESTÁTICA A LA DINÁMICA	247
3.9.1. La complejidad que vivimos	251

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.1. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	267
4.2. RESULTADOS DE LAS ENTREVISTAS	267

<b>4.3. VALORACIÓN GLOBAL.....</b>	<b>280</b>
 <b>5. CONCLUSIONES</b>	
<b>5.1. CONTRASTE CON LAS HIPÓTESIS.....</b>	<b>297</b>
<b>5.2. CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>297</b>
<b>5.3. APORTACIONES.....</b>	<b>309</b>
<b>5.4. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>312</b>
 <b>6. DISCUSIÓN</b>	
<b>6.1. ANÁLISIS CRÍTICO.....</b>	<b>317</b>
 <b>7. APLICACIONES</b>	
<b>7.1. APLICACIONES TEÓRICAS.....</b>	<b>320</b>
<b>7.2. APLICACIONES PRÁCTICAS Y PEDAGÓGICAS.....</b>	<b>321</b>
 <b>8. FUENTES</b>	
<b>8.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>324</b>
<b>8.2. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>329</b>
<b>8.3. ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>335</b>
<b>8.4. WEBGRAFÍA.....</b>	<b>345</b>
 <b>9. VOCABULARIO.....</b>	 <b>355</b>
 <b>10. ANEXOS</b>	
<b>10.1.1. Entrevista a Amparo Alonso.....</b>	<b>361</b>
<b>10.1.2. Entrevista a Raúl Arrabales.....</b>	<b>366</b>
<b>10.1.3. Entrevista a Millán Arroyo.....</b>	<b>371</b>
<b>10.1.4. Entrevista a Antonio Benítez.....</b>	<b>376</b>
<b>10.1.5. Entrevista a David Casacuberta.....</b>	<b>381</b>
<b>10.1.6. Entrevista a Manuel González.....</b>	<b>386</b>
<b>10.1.7. Entrevista a Carlos León.....</b>	<b>390</b>

10.1.8. Entrevista a Ramón López.....	398
10.1.9. Entrevista a Manuel Moreno.....	409
10.1.10. Entrevista a Sergio Moriello.....	412
10.1.11. Entrevista a Alejandro Pazos.....	416
10.1.12. Entrevista a José Luis Salmerón.....	419
10.1.13. Francisco Vico.....	422
<b>10.2. SELECCIÓN DE IMÁGENES POR PARTE DE LOS ENCUESTADOS.....</b>	<b>426</b>
10.2.1. Amparo Alonso.....	426
10.2.2. Raúl Arrabales.....	428
10.2.3. David Casacuberta.....	429
10.2.4. Manuel González.....	432
10.2.5. Carlos León.....	436
10.2.6. Alejandro Pazos.....	438
10.2.7. José Luis Salmerón.....	440
10.2.8. Francisco Vico.....	441
<b>10.3. SELECCIÓN PROPIA DE IMÁGENES.....</b>	<b>444</b>
10.3.1. Clepsydra.....	445
10.3.2. La creación de Adán.....	446
10.3.3. Pez robot.....	448

## 0. RESUMEN

## 0. RESUMEN

Nos encontramos en una realidad que comparte lo natural y lo artificial. Desde mediados del siglo pasado, se ha ido formando un corpus teórico y práctico en torno a la llamada Inteligencia Artificial, y es tratado en la presente tesis para entender el origen de esta disciplina.

Con el auge de la psicología cognitiva en los años setenta, surge la prioridad de crear sistemas emergentes, que actúen mediante comportamientos emotivos. Esta premisa viene dada por la necesidad de hacer semejante el comportamiento computacional con el humano, creando robots sociales y mejorándolos día a día, para poder establecer vínculos empáticos.

Respecto al concepto de creatividad en Inteligencia Artificial, puede ser interpretado de dos maneras: por un lado el creador humano se reafirma en el propio sistema artificial que ha creado; y, por otro, se pueden considerar estos sistemas computacionales como intérpretes creativos, o como el propio creador. Se presentan varias formaciones artísticas para analizar esta realidad informática en el campo artístico que reformula el esquema emisor-receptor. El original y la copia adquieren nuevos significados y no sólo esto, la creatividad basada en tecnologías digitales está propiciando la democratización del arte.

Es necesario enmarcar estos adelantos en la complejidad que habitamos. A través de conceptos como *meme*, *sociedad dinámica y estática*, se contextualiza el porqué de nuestra pretensión por construir máquinas superiores en capacidades humanas, prestando especial atención a la necesidad de crear sistemas artificiales de compañía.

### 0.1 PALABRAS CLAVE

Evolución - creatividad – artificial – emociones – inteligencia.



## 0.2. ABSTRACT

We are at the age which shares the natural and the artificial. But, because of our own evolution, the artificial is beginning to merge with the biological. From the middle of the last century, the theoretical and practical corpus has been forming around what is known as Artificial intelligence.

With the summit of cognitive psychology in the seventies, the priority to create emerging systems, which will act by means of emotional behaviour arises. This premise comes from the need to resemble computational behaviour with the human being, creating social robots and improving them day after day, in order to be able to establish empathetic links.

Regarding the term creativity, can be interpreted in two ways: on the one hand, the human being reaffirms himself in the own artificial system that he has created; and on the other hand, these computational systems can be considered as creative interpreters, or as its proper creator. Various artistic formations present this information to analyze reality in the artistic field that reformulates the diagram emitter-recipient. The original and the copy acquired new meanings and creativity based on digital technologies is leading to art democratization.

It is necessary to frame these advances in the complexity we live in. Through concepts like *meme*, *dynamic and static society*, the reason of our aim is contextualized to build superior machines about human capacities, with particular attention to the necessity of creating artificial systems for company.

## 0.3. KEYWORDS

Evolution - creativity - artificial - emotions –intelligence.

## 1. INTRODUCCIÓN

El propósito de la investigación presentada ha consistido en construir un marco teórico de aproximación a los aspectos de emoción y creatividad en Inteligencia Artificial, partiendo de la idea que Morin (2007) expone en su obra *Introducción al pensamiento complejo*: “todo conocimiento opera mediante la selección de datos significativos y rechazo de datos no significativos: separa (distingue o desarticula) y une (asocia, identifica); jerarquiza (lo principal, lo secundario) y centraliza (en función de un núcleo de nociones maestras).” (Morin, E. 2007, p.62)

Los resultados se presentan a través de la observación de ejemplos de arquitecturas inteligentes que realizan funciones creativas, así como de su comportamiento a modo y semejanza del humano. Este fenómeno de imitación justifica la orientación teórica de la presente tesis doctoral, cuyo núcleo de investigación gira en torno a los lazos entre las diversas disciplinas. Con este objetivo siempre en mente, el trabajo ha dirigido sus esfuerzos hacia la descripción del comportamiento humano movido por emociones y las transformaciones artísticas desde la era primitiva hasta la actualidad. La finalidad de todas estas indagaciones no ha sido otra que demostrar el presente evolutivo actual, y presentar la Inteligencia Artificial como la disciplina que vuelve a los orígenes, por cuanto aúna arte, ciencia, tecnología y filosofía; aportando herramientas conceptuales y testimonios de diversos expertos en la materia. Todo ello, sorteando el riesgo que suelen correr las investigaciones de nuevos medios, donde se aventura a adivinar el futuro como medio de reflexión. En este sentido, se ha evitado al máximo el papel de futurólogo, en pro del análisis del pasado y el presente para entender lo que está pasando. Se observará, además, que se ha evitado entrar en profundidad en descripciones demasiado técnicas, ya que ese no era el cometido. Como licenciada en Bellas Artes, no poseo la formación ni la capacidad de abrir nuevos caminos en el marco técnico de la Inteligencia Artificial. Al contrario, lo único que se ha pretendido es compilar una cantidad de datos e información, ordenarlos y derivar las

consecuentes conclusiones. No obstante, como se verá más adelante, la tesis presentada responde al ámbito recogido en el Programa de Creatividad Aplicada al que pertenece, dando cuenta de los nuevos tipos de creatividad y ofreciendo un marco de análisis acerca de los nuevos sistemas informáticos.

El trabajo se estructura en cinco bloques temáticos, considerando principios teóricos y metodológicos como guía de todo el estudio. El cuerpo teórico ha sido elaborado por pasos, partiendo de las cuestiones más generales hasta llegar a las más específicas.

En primer lugar, el lector encontrará la problemática que encierra el concepto de emoción, mostrando una explicación amplia y desde varias perspectivas, que ayuda a comprender su implementación dentro del campo de la Inteligencia Artificial (de ahora en adelante aparecerá como I.A.). La problemática que encierra el concepto de emoción se debe en parte al condicionamiento cultural afectivo, por lo que se ha dedicado un apartado a diferenciar la emoción del sentimiento. A este tema, debe sumarse el desarrollo de nuevas tecnologías que incluyen comportamientos emocionales, lo que provoca un aumento de la complejidad de la que se partía en un principio. Ocurre de igual forma con el concepto de creatividad, que es tratado de manera semejante, analizando las actividades creativas desde el inicio de la humanidad hasta las arquitecturas inteligentes.

A pesar de su ingente desarrollo, las computadoras apenas son tratadas por las ciencias sociales y las humanidades en lo que se refiere a su carácter transdisciplinar y a sus repercusiones en la sociedad.

En segundo lugar, se exponen cuáles son los objetivos, las preguntas y las hipótesis de la investigación que se habrán de desarrollar, al tiempo que se traslada parte de estas preguntas a expertos en la materia. Para conseguir una amplia respuesta respecto al tema, se ha contado con investigadores pertenecientes al marco teórico y técnico, tanto de ciencia como de humanidades. Gracias a las respuestas obtenidas, se ha podido realizar un compendio de

opiniones que ayudan a conformar una serie de conclusiones fiables.

La construcción del marco teórico en la investigación se expone siguiendo la hipótesis principal, donde se postula que los sistemas inteligentes pueden llevar a cabo comportamientos humanos, debido a la posibilidad de imitación de procesos fisiológicos humanos. Ello da lugar a la articulación de un tejido conceptual sustentado por tres elementos clave: las características biológicas de la emoción, el nuevo tipo de creatividad y las posibilidades algorítmicas respecto a estos dos elementos. Se irá mostrando que es incluso plausible entender la conciencia en los términos de un posible computable.

También se lleva a cabo el análisis de ejemplos de robots creados bajo las ideas analizadas a lo largo de todo el texto. Todas las descripciones poseen también potencialidades prescriptivas. Los análisis de *Kismet* o *Simon* muestran el funcionamiento de este tipo de robots. En ellos se puede apreciar la posibilidad de percepción en robots, o los problemas existentes entre ego, conciencia y emociones, así como el tipo de interactividad que se lleva a cabo entre estas arquitecturas y el género humano.

A continuación, se ha llevado a cabo el análisis e interpretación de los datos proporcionados por los encuestados. Mediante una serie de estadísticas obtenidas con las respuestas, se ha podido realizar una valoración global, observando las tendencias y excepciones.

En quinto lugar, se presentan las conclusiones que la propia tesis arroja. Se contrastan las hipótesis planteadas y se delimitan las propuestas académicas que desde este tipo de estudio se pueden plantear en la recepción de cualidades humanas expresadas algorítmicamente.

Una última parte describe el marco de análisis e investigación. Se han elaborado trece entrevistas, para las que se han escogido cuidadosamente una serie de profesionales de la materia. Esto aporta un carácter de tipo práctico a la investigación que, junto con el marco teórico, ponen de manifiesto una serie de conclusiones, en ciertos casos encontradas, pero

que en todo caso ofrecen una mirada multidisciplinar, que es la premisa bajo la que versa esta investigación.

El papel de las imágenes adquiere cada día más relevancia. La producción acelerada de las mismas, así como su consumo, representan nuestra manera de estar en el mundo. La influencia de la imagen y la fotografía en particular, tiene un alcance mayor que el de la palabra, debido a su inmediatez y velocidad de lectura. Debido a esto, se ha creído conveniente realizar un análisis de las imágenes que personifican la I.A., analizando, construyendo y entiendo, la realidad de esta disciplina informática.

Además de las fotografías ilustrativas del corpus teórico, se han incluido aquellas seleccionadas por los encuestados. Finalmente, aparecen tres imágenes a modo de resumen de lo que en mi opinión, representa la I.A.

Las fuentes bibliográficas de todas las imágenes citadas se recogen dentro del índice de figuras, al final de la presente tesis.

## 1.1. JUSTIFICACIÓN

Antes de adentrarme en una justificación más específica, me gustaría señalar que el haber realizado una indagación en un tema tan diverso como la I.A. viene dado por la naturaleza del manera más global, nos ayuda a entender nuestra propia condición. “El principio de disyunción que ha enrarecido las comunicaciones entre el conocimiento científico y la reflexión filosófica, habría finalmente de privar a la ciencia de toda posibilidad de conocerse, de reflexionar sobre sí misma” (Morin, E. 2007, p.47)

Las novedades en el campo científico de poco valen si no son entendidas en términos humanos, “nuestro destino es despertar al universo para luego decidir inteligentemente cuál es su futuro imbuyéndole de inteligencia humana en su forma no biológica”. (Kurzweil, R. (2013) Cerebros y mentes digitales, a la vuelta de la esquina. Disponible en

[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:48B5qqUEFSEJ:www.tendencias21.net/Cerebros-y-mentes-digitales-a-la-vuelta-de-la-esquina\\_a24415.html+&cd=1&hl=clnk&gl=es\)](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:48B5qqUEFSEJ:www.tendencias21.net/Cerebros-y-mentes-digitales-a-la-vuelta-de-la-esquina_a24415.html+&cd=1&hl=clnk&gl=es)

No podemos limitarnos a crearlas y darles uso sin ser conscientes de su profundo significado y consecuencias. Por eso, debido a la cantidad de avances relacionados con sistemas inteligentes y comportamientos impulsados por emociones, se puede llevar a cabo el estudio de casos que ejemplifican las teorías previas establecidas. A su vez, se debe poner en relación con el comportamiento humano como respuesta a estos avances, ya que existe una serie de teorías de las emociones desde el punto de vista neurológico que necesitan un soporte empírico. De ahí la puesta en marcha de modelos artificiales, junto a experimentos de simulación, para contrastar estas teorías del comportamiento emocional en animales y humanos.

Nos encontramos, por tanto, en un momento en el que, pese a que los términos de creatividad y emoción no están definidos con exactitud en el medio humano, ya se están simulando algorítmicamente. Debe, por tanto considerarse una problemática que necesita ser analizada, especialmente por qué surge la necesidad de imitación de comportamientos emotivos y creativos en una máquina y qué nos está aportando.

De una manera global, se podría decir que el carácter novedoso del tema justifica por sí mismo la investigación sobre I.A. Pero a esto se debe sumar que las dos características mencionadas en el título de este estudio (emoción y creatividad) suponen un valor añadido a lo mencionado. Estos dos términos, ambiguos y complejos, no están del todo resueltos en la condición humana y, no obstante, se han desarrollado en este tipo de disciplina que crea sistemas de vida artificial. Esto demuestra que la I.A. debe tomarse no sólo como una herramienta tecnológica fruto de la evolución humana para facilitar el trabajo, sino como un tipo de estudio, mediante la emulación, para entendernos a nosotros mismos y para

comprender el porqué de nuestro comportamiento. En este sentido, la aparición de estas dos características en I.A. es más o menos reciente. Esta aparición tardía va en consonancia con la aceptación del término en nuestra propia condición humana, ya que pese a que la emoción es inherente a nuestra persona, este término ha sido negado a lo largo de la historia. Es sólo a mediados del siglo pasado cuando se empieza a aceptar e investigar. Tan incoherente es el estudio del comportamiento humano con el medio, sin tener en cuenta las emociones (psicología cognitiva) como la creación de sistemas inteligentes en los que no exista la emoción, sea cual sea su grado de semejanza con la humana.

Se pretende dar con este estudio un pequeño salto a nuevas investigaciones que reflexionen sobre los aspectos aquí expuestos. El terreno está dado, en el sentido de que la I.A. es ante todo el ejemplo de conjunción de todas las disciplinas. Aún así, en países como España, se siguen separando desde primaria las matemáticas, la historia o la biología. Mientras no estudiemos bajo una idea globalizadora de las diferentes disciplinas, no podremos comprender el sentido profundo de las cosas.

El interés personal que genera este estudio se debe a la preocupación por integrar la creatividad en todos los aspectos académicos. Parto de la creencia de que impartir una asignatura de creatividad en cualquier carrera (no sólo en Bellas Artes) permitirá un mayor grado de innovación, sea cual sea el campo. Existen disciplinas como la medicina o la física, en las que, pese a los altos niveles de conocimiento práctico y técnico, se posee un tipo de pensamiento racional y en muchas ocasiones demasiado cerrado. Es por medio de la creatividad que se puede encontrar un nuevo camino que traspase barreras y pueda ofrecer nuevas posibilidades de avance. En resumen, imaginar puertas que puedan ser abiertas.

## 1.2. PRESENTACIÓN

Esta investigación, tiene como objeto de estudio analizar por qué surge la necesidad de



emular en un sistema inteligente procesos emotivos y qué implica en términos creativos la incorporación de estos en el arte. Se obtienen una serie de conclusiones a través del análisis de diversos sistemas inteligentes que llevan a cabo simulaciones de emoción y creatividad. Junto con estos análisis, se formalizarán una serie de entrevistas a diversos expertos en la materia, que ayudarán a la elaboración de conclusiones consistentes. El presente estudio se enmarca en la línea de investigación cualitativa, utilizando el análisis narrativo como herramienta metodológica.

### 1.3. HIPÓTESIS

Las preguntas de investigación planteadas sugieren las hipótesis de partida que a continuación se relacionan:

- La I.A. es una nueva herramienta de creación artística; yendo más allá, la propia vida artificial puede ser considerada como creadora de la obra, poniendo en cuestión el replanteamiento de la llamada autoría.
- Los programas informáticos son capaces de mostrar una cierta creatividad, proponiendo algo diferente a lo que el usuario está creando.
- El campo de las emociones presenta un interés emergente a los investigadores y creadores de I.A.
- Actualmente, hay sistemas que no están escritos completamente, sino que se completan por medio de su propia experiencia en el entorno, evolucionando y aprendiendo.

### 1.4. OBJETIVOS

El escaso análisis de los avances tecnológicos hace necesario el estudio de las consecuencias que tiene para la sociedad la inclusión de sistemas inteligentes. Para ellos es

conveniente analizar, estudiar y clasificar las transformaciones sociales que se están llevando a cabo, partiendo de la focalización de estas consecuencias en el análisis de los conceptos de emoción y creatividad en I.A.

#### **1.4.1.Objetivos Específicos**

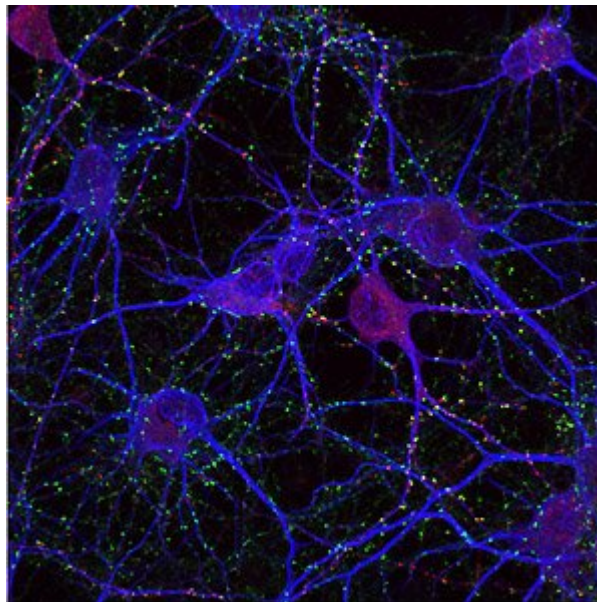
Como objetivos específicos es preciso mencionar todos aquellos que servirán de manera paralela la explicación del objetivo principal.

- Averiguar los orígenes y antecedentes de la I.A. para determinar por qué surge esta disciplina.
- Realizar un recorrido histórico respecto a la importancia de las emociones para el ser humano y justificar así la necesidad de trasladarlas al campo de la cibernética..
- Concretar cómo funcionan las emociones en los seres biológicos para poder entender su posibilidad y funcionamiento en arquitecturas inteligentes.
- Delimitar la problemática de sistemas inteligentes a la hora de simular emociones, conciencia y consciencia.
- Estudiar los componentes creativos y emocionales dentro del sistema humano y establecer una comparación con los agentes racionales no vivos.
- Analizar ejemplos de computadoras de I.A. movidas por emociones.
- Establecer las diversas características de una arquitectura inteligente para considerar que su comportamiento está guiado por emociones.
- Determinar las situaciones que permiten denotar a una máquina como inteligente.
- Averiguar hasta qué punto una máquina puede ser creativa y autora de la propia obra artística.

- Advertir cómo influye la implementación de la tecnología en el arte, analizando diversas manifestaciones artísticas.
- Conocer el funcionamiento de la sociedad actual que convive con sistemas artificiales.

## 1.5. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Lo primero que podríamos preguntarnos es si las máquinas pueden tener comportamientos creativos y de tipo emocional, pero entonces, ¿qué son las emociones? ¿y la creatividad? Incluso el propio nombre de la disciplina genera dudas al acompañar el término “inteligente” con “artificial”. El reduccionismo podría entonces ayudar a comprender y aceptar estos términos aplicados fuera del campo humano. Así, los organismos no son más que agregados de sustancias químicas que, a su vez, son átomos.



**Figura 1.** Imagen de sinapsis cerebral.

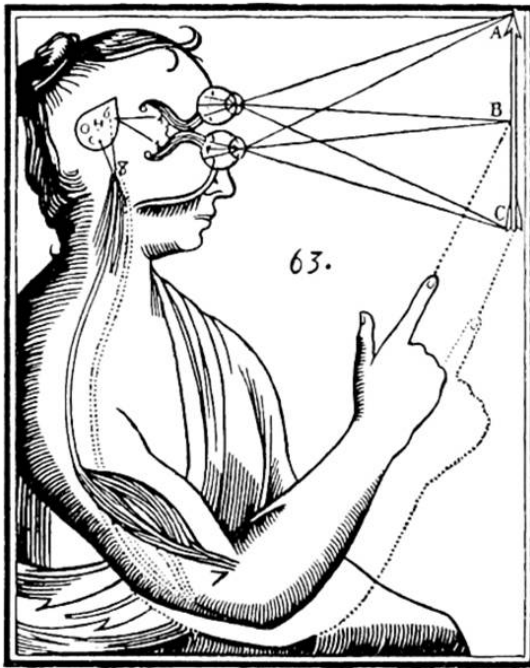
La sinapsis cerebral es un proceso en el que se lleva a cabo una comunicación entre neuronas, originado por una descarga química que deriva en corriente eléctrica.

Recuperado de <http://www.mental-physics.com/page/3/>

Con todo esto, nuestros procesos mentales quedan reducidos a procesos cerebrales efectuados por medio de conexiones neuronales de impulsos eléctricos. Esta electricidad es

fácil de manipular, por lo que, bajo esta perspectiva, no debería parecernos imposible simular nuestras cualidades intelectuales.

Superando a Descartes y su *Dualismo Ontológico*, nos desprendemos de encima la problemática mente-cuerpo y cambiamos el *pienso, luego existo* por el *existo, luego pienso* de Antonio Damasio (2009).



**Figura 2.** *Visión Cartesiana* (1644), René Descartes. Las entradas se transmiten por los órganos de los sentidos hacia el cerebro, y de allí pasan al espíritu inmaterial. Recuperado de [http://acedoluis.blogspot.com.es/2012\\_11\\_01\\_archive.html](http://acedoluis.blogspot.com.es/2012_11_01_archive.html)>

Atrás queda la transmigración del alma de Platón y el concepto de *pneuma* de Aristóteles. Por otro lado, Sabine Döring (2014) debate la teoría de Damasio, ya que esta considera las emociones como evaluaciones de percepción, incluso de sensación.

Vendrell (2008) justifica las teorías del sentir apelando a la experiencia inmediata y cotidiana, considerando que las emociones repercuten en nuestro cuerpo.

Existe una nueva corriente de pensamiento científico basada en la fisiología que, a lo largo del siglo pasado y el presente, ofrece nuevas ideas sobre el funcionamiento de la mente humana y que pueden considerarse como precursores de la I.A. Francis Crick (1916) es uno de ellos. Más conocido como uno de los descubridores de la estructura del ADN, fue también el artífice de la hipótesis asombrosa gracias a la cual sabemos que los pensamientos,

alegrías o sensaciones son consecuencia de la actividad fisiológica de los tejidos cerebrales. Sin embargo, siguen apareciendo ideas encontradas: es el caso de Roger Penrose y su cuestionada Teoría de la Mente, según la cual, debe de haber algo más allá de las leyes físicas que describen la actividad mental, y ese “más allá” no es computable. Este argumento surge a raíz del Teorema de Incompletitud de Gödel, según el cual existe una imposibilidad de demostración de cierta proposición matemática, esto es: si los axiomas de dicha teoría no se contradicen entre sí, entonces existen enunciados que no pueden refutarse.

Si hasta el siglo XX no se consideraba que las emociones pudieran ser un tema digno de ser investigado, es a partir de entonces cuando surgen teorías y estudios que ponen de manifiesto el componente físico de las mismas. Antonio Morgado es otro ejemplo de identificación de las emociones como necesarias para el funcionamiento fisiológico del cuerpo, considerándolas como estados internos que regulan las interacciones del individuo con su entorno y sus relaciones sociales. Las emociones son, por tanto, básicas para la supervivencia; de ahí el cuestionamiento de lloro porque estoy triste o estoy triste porque lloro.

Tomkins y Plutchik (1990) son algunos de los investigadores que presentaron un compendio de emociones básicas, en las que podemos incluir: miedo, ira, sorpresa, alegría, pena, interés, angustia, disgusto, vergüenza, aceptación y anticipación. Ekman (2010) añadió a esto el Sistema de Codificación de Acciones Faciales, bajo una perspectiva evolutiva. Este psicólogo, a través de un estudio realizado a una tribu de Papúa Nueva Guinea, comparable a la Edad de Piedra; manifestó el carácter universal e inherente de las emociones. Todas estas emociones básicas las comunicamos y captamos en otros a través de la expresión facial; de ahí que robots como Kismet (analizado más adelante) contenga una serie de circuitos que le permiten mover lo equivalente a músculos faciales: boca, cejas, ojos etc. para establecer una interacción lo más completa posible con el ser humano.

Al estudiar el tema de los sistemas inteligentes, ha sido imposible dejar de lado teorías controvertidas como la de las inteligencias múltiples o la misma inteligencia emocional. Este es un concepto que ha variado de significado y características recientemente. Hasta bien entrado el siglo XX, se consideraba la inteligencia como un dato de partida invariable, de carácter inmutable, cuantificada a través de los test CI (Cociente Intelectual), que hoy en día presentan serias dudas sobre su fiabilidad, especialmente a raíz de la publicación del libro de Howard Gardner (1983): *Estructuras de la Mente: Teoría de las Inteligencias Múltiples*.

Si tomamos como referencia la definición de inteligencia que Antunes (2006) nos propone, podríamos identificarla como la capacidad cerebral por la que conseguimos penetrar en la comprensión de las cosas eligiendo el mejor camino. Es sin embargo Gardner, quien nos ofrece una definición más amplia que se acerca más al concepto de I.A.; las inteligencias múltiples son un potencial biopsicológico para procesar información que se puede activar en un marco cultural para crear problemas o crear productos que tienen valor para una cultura.

Este autor da especial importancia a ocho tipos de Inteligencias Múltiples:

- lingüística: competencia del uso de la sintaxis, fonética y semántica con gran habilidad.
- lógico-matemática: considerada hasta hace poco como la única inteligencia por parte del mundo occidental. Es la capacidad de razonamientos lógicos, incluyendo: cálculos matemáticos, pensamiento numérico, capacidad para resolver problemas de lógica y capacidad para comprender pensamientos abstractos.
- espacial: destreza en la percepción de imágenes internas y externas, y su consecuente recreación, transformación y modificación. Producción o decodificación de informaciones gráficas. Se asocia al llamado *pensamiento*

*tridimensional.*

- musical: capacidad para percibir, expresar y transformar las formas musicales.

Implica destreza con el ritmo, tono y timbre de la música.

- corporal cinética: es la habilidad de utilizar el cuerpo para transmitir ideas y sentimientos. Implica destreza en la coordinación de movimientos, equilibrio, flexibilidad, fuerza o velocidad.

- intrapersonal: facilidad para construir una percepción fidedigna de uno mismo, así como de organizar, planificar y dirigir su propia vida. Las conductas de autodisciplina, autoestima y autocomprensión van asociadas a este tipo de inteligencia.

- interpersonal: capacidad para entender a los otros y relacionarse eficazmente con los demás. Incluye una gran facilidad para reconocer expresiones faciales, gestos, la voz, posturas y la capacidad de ofrecer respuestas adecuadas.

- naturalista: atañe a la habilidad de clasificar, distinguir y utilizar elementos del medio ambiente.

Se podrían destacar tres características básicas como nexo de unión entre la inteligencia convencional y la presente en dispositivos artificiales:

- el procesamiento de la información.
- la percepción para recibir dicha información.
- la memoria, gracias a la cual se puede almacenar.

Si el nacimiento de la nueva disciplina tratada en esta tesis se debe a la necesidad de evolucionar y superar las limitaciones humanas, es decir, solucionar problemas, esto tiene mucho que ver con el origen etimológico de la palabra. De origen latino, *intelligentia* proviene de *inteligere*, término compuesto de *intus* (entre) y *legere* (escoger), que se reduce a *quien sabe escoger*. Así, tanto a través de la inteligencia “natural” como la artificial, se

trata de elegir la mejor de las opciones para la resolución de un problema.

- decaída de la reacción
- impactos repetidos
- influencia del temperamento y de la personalidad
- la no linealidad
- invariabilidad con el tiempo
- activación
- saturación
- retorno de la información cognitiva y física
- estado de ánimo de fondo

**Figura 3.** Esta es la serie de propiedades de comportamiento de un sistema de emociones que propone la profesora Rosalind Picard.  
Elaboración propia.

Respecto a la inteligencia emocional, el hecho de que exista el término inteligencia emocional artificial evidencia su asimilación por parte de la computación emergente.

Por otra parte, Alex Pentland e Irfan Essa son otros de los investigadores que llevan a cabo el desarrollo de comportamiento emocional en arquitecturas inteligentes. En palabras del propio Pentland,

I am developing computer vision systems that use measurements from video for detailed facial modeling and tracking of facial expressions. Accurate facial modeling involves fine details of geometry and muscle coarticulation. By coupling pixel-by-pixel measurements of surface motion to a physically-based face model and a muscle control model, we have been able to obtain detailed records of both the displacement of each point on the facial surface and the muscle control required to produce the observed facial motion. (Essa, I. (1995) Research Description (as of Jan 1995)  
Recuperado de <http://alumni.media.mit.edu/~irfan/>)

(Desarrollo sistemas de visión computerizada, que usan medidas de vídeo para el



modelado facial, implicando detalles finos de geometría y del músculo de coarticulación, acoplando las medidas de píxel por píxel de movimiento superficial a una cara física, modelan el control del músculo, siendo capaces de obtener los registros detallados tanto del desplazamiento de cada punto sobre la superficie facial, como del control del músculo requerido para producir el movimiento facial observado).

Todo este sistema computerizado de percepción tiene como finalidad humanizar el comportamiento informático y mejorar la interacción del usuario con la máquina, recordando la máxima de Turing. Pero una vez superado el paradigma de si una máquina puede ser inteligente, nos encontramos ante la demostración de que también puede reconocer expresiones y emociones humanas y, como en el caso de Test de Turing (1950), llegará un momento en el que la persona interactúe con una computadora, pensando que con quien se está comunicando es con una persona.

El modelo OCC (Ortony, Clore y Collins) representa una estructura cognitiva de las emociones. No consideran necesario que el sistema tenga emociones, pero sí que sepa razonarlas.

El agente computacional necesita un modelo que sintetice las emociones para poder expresarlas. Éste, debe mostrar una emoción correctamente, con una buena intensidad y a tiempo, a fin de que demuestre su convencimiento. El modelo implica 22 categorías emocionales, las cuales incluyen consecuencias de eventos, acciones de agentes y reacción de objetos. (Situación actual de las interfaces afectivas síncronas.

Recuperado de  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/palacio\\_g\\_jc/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/palacio_g_jc/capitulo3.pdf)

Pero este modelo es especialmente relevante por tener en cuenta las consecuencias emocionales importantes, como la asociación positiva o negativa, o la experiencia subjetiva.

El modelo citado posee una serie de problemas. Es un mecanismo que necesita de reglas para establecer emociones de manera cognitiva, a diferencia de los humanos, en cuyo caso las emociones son generadas mediante el razonamiento explícito y fenómenos corporales. Cátesis (Velásquez, 1993) se basa en los cuatro productores emocionales de Carroll Izard (1989) (neural, sensoriomotor, motivacional y cognitivo) para su modelo conexionista. Se trata, pues, de una cadena de protoespecialistas. Cada uno representa un tipo de emoción básica, pero todos ellos están relacionados entre sí, por lo que pueden influir sobre el comportamiento resultante de las emociones. En este sentido, Cátesis representa el conexionismo en el sentido de que es capaz de sintetizar múltiples emociones simultáneamente.

Otra de las diferencias respecto al modelo OCC es que cuenta con tan solo una regla para todas las emociones. Esta es usada por los protoespecialistas, que le darán valores específicos. Los dos modelos rompen con la linealidad, al poseer su propio nivel de saturación.

Simon es el sistema que engloba el modelo Cátesis. Llevado a cabo por Velásquez, se trata de un agente sintético que representa a un niño. Posee protoespecialistas para las emociones básicas de disgusto, ira, felicidad, sorpresa, miedo y tristeza, así como para cinco situaciones físicas: cansancio, hambre, sed, interés y temperatura. Su comportamiento está determinado por los ajustes de fronteras e índices de decaída. Está considerado uno de los pilares del desarrollo de un sistema informático emocional completo, ya que contiene los mecanismos necesarios para la síntesis de emociones humanas.

La implementación de las emociones en I.A. se justifica de la misma forma que en el ambiente natural: desde el punto de vista biológico, la función de las emociones es la de alterar el equilibrio interno para informar al sujeto y a los sujetos de su alrededor, de ahí la importancia de las expresiones faciales, debido a la llamada retroalimentación facial.

Estamos, pues, ante un caso de metacomunicación. Pero en último caso, las emociones representan la base de la supervivencia, en tanto en cuanto encarnan las reacciones fisiológicas que preparan al cuerpo para la acción adaptativa, pero también tienen una función de carácter social. Carrol Izard (1989) presenta cuatro funciones sociales de las emociones:

- Facilitan la comunicación de los estados afectivos
- Regulan la manera en la que los otros responden
- Intervienen en las relaciones sociales
- Promueven la conducta social

Allen Newell, investigador informático y presidente de la Asociación Americana para la I.A. (1980), fue uno de los pioneros en la creación de sistemas inteligentes movidos por emociones. En 1953 construyó unas tortugas mecánicas que se movían por una habitación buscando un punto concreto cuando sus niveles de batería se estaban acabando. Esto supone un inicio en el desarrollo de patrones computacionales en la expresión de emociones, pero el modelo FACS (Essa y Petland) supone un avance significativo en este campo y resuelve dos problemas del modelo anterior, llevado a cabo por Ekman. En primer lugar, en el modelo FACS, los patrones motores de la cara pueden incluir efectos de coarticulación. Y en segundo lugar, determina tres fases en las acciones del rostro: aplicación, paralización y relajamiento.

El sistema de código de acción facial produce una representación basada en los músculos de la cara y sus movimientos que es usada para reconocer las expresiones faciales de dos maneras diferentes. El primer método utiliza directamente el modelo de base física, reconociendo expresiones por comparación de activaciones musculares. El segundo, utiliza el modelo de base física para generar movimiento y energía espacio-temporal de toda la cara para cada expresión. Esta energía de movimiento es biológicamente plausible y es usada

para la actividad de reconocimiento. Ambos modelos muestran de manera sustancial el reconocimiento de expresión facial que ha sido archivado previamente.

La teoría de James-Lange ofrece una nueva perspectiva respecto al origen de las emociones. Esta idea se oponía a que la percepción conlleva una emoción, que a su vez desemboca en una reacción fisiológica. James y Lange proponen que la reacción fisiológica a consecuencia del estímulo es la que provoca la emoción. Sin embargo, a mediados del siglo pasado es cuando Cannon superó esta teoría. Según Walter Cannon, tanto la reacción como la emoción ante un estímulo se producen de forma simultánea. Esta acción recíproca de la información de la corteza sobre el estímulo y su significación emocional tiene como resultado una experiencia emocional consciente, por lo que implica de forma consciente a los sentimientos.

Tras despejar y concretar el concepto de emoción, y así entender el porqué y la posibilidad de su implementación en agentes sintéticos, es necesario remarcar que las emociones no son sentimientos. Existe una confusión debido al condicionamiento cultural afectivo. Esta distinción entre estados afectivos y emociones fue tratada por Ekman, y la pena es uno de los ejemplos de estado afectivo seguido de emociones como la tristeza, la ansiedad o el miedo. Pero también existe otro concepto de pena, cognitivamente condicionado, que es el resultado de la combinación de emociones básicas.

El proceso meramente fisiológico ha sido aceptado como el más fiable dentro del mundo de las emociones, y ha sido elegido también como camino a seguir en el mundo de la computación, ya que, si reducimos el concepto de emoción a una serie de reacciones electroquímicas, será más sencillo reproducir el proceso de manera sintética.

La amígdala es, pues, el centro operacional emocional, junto con la corteza cerebral, la parietal del hemisferio derecho y la corteza orbitofrontal.

El hecho de que muchas de nuestras reacciones emocionales sean automáticas, como es

el caso en situaciones de peligro, nos hacen ver que los ejemplos citados de robots movidos por emociones se basan en nuestros principios biológicos básicos.

La inteligencia emocional, como componente clave en el comportamiento humano, también lo es en el campo de la robótica. Gracias a ella, se equilibran las habilidades emocionales. Todos los ejemplos de robots citados a lo largo de esta investigación poseen la capacidad de gestionar en mayor o menor medida su interactividad con el usuario así como su propio comportamiento. Es lo que llamamos autocontrol. Es a través de la inteligencia emocional simulada, cómo el ordenador “sabe” cómo utilizar sus emociones de una manera creativa.

Fue en 1990, Salovey y Mayer desarrollaron un artículo que contenía una definición concreta del término. Hasta el momento, las inteligencias aceptadas eran meramente cognitivas. De los principales conceptos elaborados por estos autores, tres pueden trasladarse a la computación sintética: el reconocimiento y expresión de las emociones, su control y gestión y la utilización de las mismas.

Existen, sin embargo, autores que establecen dos tipos de emociones: básicas y secundarias. Tanto Kemper como Panksepp las definen como las características neuronales que conforman el carácter universal de las emociones. Las secundarias sí están condicionadas socialmente. Parten de las básicas pero van más allá, al adquirir significados, mediante los condicionamientos lingüísticos y la interacción social, por lo que existe una modulación cultural.

Por otra parte, Turner explica las emociones secundarias como la mezcla resultante de las básicas; así, la nostalgia sería el resultado de la combinación de la tristeza y la desilusión.

Existe, además, la concepción estratigráfica. Geertz considera al ser humano como el resultado de la superposición de los niveles biológico, psicológico, social y cultural, mientras que Averril sigue la corriente mencionada, que atañe al condicionamiento cultural,

desembocando en el concepto de rol.

Si bien existen infinidad de corrientes de pensamiento respecto a las emociones, así como diferentes concepciones respecto a su naturaleza, esto nos demuestra que estamos ante un campo abierto. Partimos de un órgano central, el cerebro, que es en sí un “final abierto”, en el sentido en que sufre cambios constantemente (de ahí la llamada plasticidad del cerebro). Pero, gracias al reduccionismo o positivismo, podemos entender su implementación en el campo de la I.A. Como dice Ramón López de Mantaras (2009), “los humanos también nacemos preprogramados. Los humanos tampoco podemos hacer nada que vaya más allá del cómputo. Somos máquinas procesadoras de información, obviamente muy sofisticadas”. (Lema, D. (2009) Inteligencia Artificial. Recuperado de <http://es.slideshare.net/diego1770/inteligencia-artificial-1086761>)

Si la disciplina que estamos tratando es muy reciente, más lo es en el campo de las emociones. Por eso, aún hace falta resolver una serie de cuestiones tales como la mejora en la fluidez de la interacción entre el usuario y la máquina, la reducción de movimientos mecánicos y la adopción por parte de la máquina de conceptos tan abstractos como la intuición o la empatía. Todos estos aspectos no son necesarios porque los sistemas inteligentes tengan que ser a imagen y semejanza de los seres animales o los seres humanos, sino porque el que posean estos aspectos se traduce en una comunicación profunda y completa.

### Sentimientos

El concepto fue creado en la Grecia clásica. A partir de aquí, el término sufrirá transformaciones respecto a su concepción. Por esta época, aparece la llamada *ataraxia*, que perseguía la felicidad del individuo mediante la disminución de las pasiones y deseos. La corriente propio programa de doctorado *Creatividad Aplicada*. Recuerdo que los cursos realizados

durante el primer año supusieron una apertura de horizontes, ya que, al tratar un tema como el de la creatividad, participaban alumnos de muy distinta formación: ingenieros, psicólogos, antiguos alumnos de bellas artes, de psicopedagogía, etc. Lo mismo ocurría con los profesores y las facultades donde se impartían; una amplia variedad que abarcaba la colaboración entre las principales universidades de Madrid: la Complutense, la Autónoma y la Rey Juan Carlos. Toda esta diversidad tiene como objetivo la intención de tratar un marco de conocimiento amplio, que bebe del pasado (comenzando por la Prehistoria) para analizar y comprender el presente más inmediato.

La neurología nos ha impuesto el avance tecnológico como parte de nuestro proceso evolutivo. Pues bien, es ahí donde las humanidades, y en particular el arte (con sus códigos y signos de reinterpretación de la realidad), son necesarias para poder humanizar esa tecnología.

Es necesario hacer un análisis sociológico de los avances científicos y técnicos. Esta reflexión, nos permite entender hacia dónde nos dirigimos, por qué lo hacemos y, de unasocrático-platónica presenta el control de las pasiones a través de la razón. La doctrina tomista continúa en esta línea de pensamiento, considerando que los sentimientos carecen de importancia. No es hasta el siglo XII cuando los sentimientos comienzan a adquirir cierta importancia social y cultural. Todo esto vino propiciado por el entorno socio-económico de la época: proliferación y desarrollo de los núcleos urbanos y de la burguesía y, por tanto, importancia del concepto de individuo. Es en esta época cuando empiezan a contemplarse los matrimonios por amor y no por conveniencia. El Renacimiento prosigue en la idea del hombre libre que aboga por sus sentimientos.

La Ilustración presenta la vuelta a la razón, mediante una definición de la realidad estrictamente científica debida, en parte, a la pugna contra la religión. Pero, finalmente, el Romanticismo vuelve al concepto del Renacimiento.





**Figura 4.** *Melancolía* (1514). Alberto Durero.

Grabado que representa, como su propio título indica, la melancolía. Con anterioridad a la obra, esta alegoría sólo aparecía en tratados de medicina y almanaques.

Recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Alberto\\_Durero](http://es.wikipedia.org/wiki/Alberto_Durero)

Freud, Edmund y Husserl representaron la crítica a la razón, a través del psicoanálisis. Pero fue este último quien esbozó una primera fenomenología de los sentimientos. Nietzsche, Kierkegaard y Marx representan los antecedentes de Freud.

## 1.6. APROXIMACIÓN Y DIFERENCIACIÓN CON TRABAJOS PREVIOS

El tema de I.A. es tradicionalmente tratado desde un punto de vista técnico, abundan investigaciones y tesis que ahondan en detalles y avances en esta disciplina, sin embargo es más complicado encontrar reflexiones de por qué surge la necesidad de crear sistemas inteligentes, qué implica esta disciplina en un sentido evolutivo y hacia dónde nos dirigimos como especie biológica.



Respecto a la creatividad en este tipo de arquitecturas, es un tema que está produciendo múltiples investigaciones, ya que es un rasgo imprescindible para acercar esta disciplina a nuestras cualidades humanas; como se ha comentado anteriormente, no se concibe hablar de inteligencia sin posibilidad creativa.

En lo referente a otras tesis realizadas que tratan este tema, existen muy pocos ejemplares que aborden el tema desde un punto de vista sociológico, antropológico y filosófico.

La tesis doctoral de Pablo Bustos (1998), trata el estudio de la relación entre autonomía, comportamiento inteligente y percepción del espacio en sistemas artificiales. La tesis presenta profundo análisis del funcionamiento técnico de estos mecanismos, así como sus límites y procedimientos.

La investigación realizada por Víctor Padilla (2012), se centra en la I.A. en composición musical. Al igual que la presente tesis, comienza por evidenciar los orígenes de esta disciplina informática que nos remontan a la Grecia clásica de Pitágoras, el cual concebía las matemáticas y la música como un todo. Junto con esta contextualización, trata también los antecedentes históricos de la I.A. en composición musical, expone la relación de la teoría de probabilidad con la música, las redes neuronales artificiales, también muestra ejemplos prácticos y finaliza con una amplia reflexión sobre el tema. Este ejemplo presenta un acercamiento sobre la I.A. similar a la presente tesis, pero centrada la primera en la composición musical y realizando una aproximación más acotada ya que se centra en dos sistemas de informáticos aplicados a la música: MusicProb y MusicNeural. En la misma línea de investigación encontramos la tesis que lleva por título: *Metodología para la construcción de modelos cognitivos complejos: exploración de la “creatividad artificial” en composición musical*, realizada por Juan Jesús Romero y similar a la anterior, en la que comienza por realizar una explicación general de la I.A. (redes neuronales, algoritmos genéticos, vida artificial, etc.). Tras esta contextualización, se centra en el arte dentro de esta disciplina,

haciendo un análisis del estado actual de las artes y las distintas metodologías de la I.A.: simulación e ingeniería de software. Continúa con un análisis de la llamada Sociedad Híbrida, planteando el problema y presentando el tipo de comportamiento de los individuos que componen este colectivo. Finalmente el estudio se centra en el ámbito de la creación musical, los problemas que plantea, los sistemas y modelos de la música computacional. Pese a que la tesis presenta similitudes a esta respecto a una contextualización global de la disciplina informática, así como un análisis global de la situación social actual, difiere en la aproximación teórica respecto al arte de sistemas artificiales. La tesis de Romero (2001), se sirve del apartado dedicado al arte, para realizar el estudio de la estética como ejemplo típico de tarea creativa y resalta el carácter social del arte como componente de estudio de relaciones entre individuos, finalizando con la posibilidad de un ente artificial como creador.

La tesis de de Paz Tornero (2013) que lleva por título: *Tecnologías de la creatividad: conexiones entre arte y ciencia en la contemporaneidad*, sí se aproxima más a la presente investigación en cómo es tratada la creatividad artificial y la profundidad de su estudio, ya que se centra en el campo artístico y no en la composición musical como ocurría en las dos anteriores. Sin embargo, el estudio de Tornero (2013), analiza la contemporaneidad tecnológica y científica en general aplicada a la creatividad. El comienzo de esta tesis es similar a los citados, ya que presenta una contextualización del tema a tratar, realizando una introducción a través de la innovación e investigación artística en la era de la información. Continúa haciendo una recopilación de ejemplos artísticos como antecedentes del modelo de creatividad actual, mencionando la estética mecánica del siglo XX (Robert Morris y el control ambiental de un espacio natural, Robert Rauschenberg y la reproducción de la naturaleza junto con Andy Warhol y la máquina de lluvia). Finaliza este apartado haciendo un análisis del arte, la tecnología y la ciencia en los años 70. Tras esta introducción, presenta artistas contemporáneos que trabajan en esta nueva doctrina y para ello analiza las ideas de: cuerpo

expandido, la cultura postbiológica, la relación de naturaleza, tecnología y arte como la comunicación sincrónica en el tecnoarte. Concluye la investigación, presentando las visiones evolutivas del tema tratado, focalizadas en aspectos como: el arte y la ciencia hand-made, la praxis arte-ciencia del ejemplo del laboratorio creativo Field\_Notes.

Pese a que la tesis de Tornero (2013) se centra en el arte de la década de los sesenta y setenta como punto de partida del tema tratado, existen muchos puntos en común con la presente tesis. El más importante y global es el que atañe al nuevo punto de inflexión en el que el arte y la ciencia comparten un espacio común y por tanto las fronteras entre arte y ciencia pueden ser consideradas como arbitrarias, no existe una evidencia racional de por la supremacía de la ciencia sobre la práctica artística, estas dos disciplinas difieren en cuanto a estructura pero confluyen en las funciones, como consecuencia, carece de sentido cuestionar la categorización de científico o artista. Este hecho pone de manifiesto el carácter cíclico del binomio humanidades y ciencia, separadas en la Ilustración, y que se acercan de nuevo cada vez más fruto de una inercia natural para crear un arte plural que se adapta a las necesidades contemporáneas.

La democratización del conocimiento que se lleva a cabo en laboratorios científicos, es otro asunto subrayado en ambas tesis así como la importancia del arte para evidenciar el biopoder, es decir, las decisiones que definen los avances imprescindibles para la sociedad.

En cuanto a investigaciones realizadas sobre comportamiento emocional artificial, abundan las tesis que analizan desde un punto de vista técnico, sistemas informáticos de diálogo emocional, como es el caso de la tesis: *Diseño de un asistente virtual con diálogo emocional*, realizada por Raymundo Rodríguez (2011), en la que se hace un estudio pormenorizado de los avances tecnológicos necesarios para un comportamiento emocional por parte de arquitecturas artificiales, así como el análisis de ejemplos concretos: AIML, PYAIML, Phyton y MySQLdb. Sin embargo, la aproximación al tema por parte de Rodríguez

que sea una ardua tarea el encontrar tesis doctorales que aúnen las emociones con la inteligencia artificial, pone de manifiesto que quizás estas dos materias no presentan una relación estrecha o imprescindible dentro del campo de la I.A., sin embargo sí proliferan estudios sobre inteligencia emocional que defienden la necesidad básica de las mismas para la interacción y comunicación con el entorno e individuos así como el eje que guía nuestro comportamiento.

## **1.7. OPORTUNIDAD**

Aunque la I.A. nace a mediados del siglo XX, nos encontramos, en opinión de muchos, ante un momento en el que la cantidad de avances al respecto es tal, que las diversas aplicaciones se introducen rápidamente en la sociedad; más rápido de lo que somos capaces de asimilarlas. Así mismo, estos descubrimientos que van desde la neurociencia, electrónica, física cuántica o las ciencias de la información (esto es una constante contemporánea de la evolución tecnológica) hacen que la ciencia plantee la I.A. como una realidad próxima y como la consecuencia de una evolución lógica de nuestro conocimiento. Pero, en último caso, su estudio como tentativa está aportando grandes avances derivados. Es por esta permeabilidad de la sociedad para absorber las nuevas tecnologías por lo que considero fundamental hacer un estudio del efecto sociológico y creativo.

La progresiva aparición de desarrollos relacionados con la I.A. y su capacidad de interacción hacen que sea necesario entender su funcionamiento y lugar en nuestra sociedad.

Realizo este acercamiento al tema mencionado para comprender las transformaciones sociales que se están llevando a cabo. La I.A. es un compendio de diversos campos que confluyen en esta disciplina, abriendo la mente a la posibilidad de que arte, ciencia y filosofía formen un todo. El trabajo presentado va dirigido a un amplio abanico de personas con diferentes inquietudes intelectuales, que deseen conocer cómo los cambios tecnológicos

afectan a nuestro proceso evolutivo, o cómo nuestro proceso evolutivo tiene reflejo en la I.A.

## 1.8. ESTRUCTURA DE LA TESIS

### MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

Conceptos Generales

Procesos Creativos  
y de Emociones

Emoción y Creatividad  
en Inteligencia Artificial

### DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Planteamiento del  
Problema

Objetivos

Hipótesis

Técnicas de Investigación

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Recopilación de Datos

Análisis de los  
Datos Cuantitativos

Análisis de los  
Datos Cualitativos

Interpretación de los  
Resultados

### CONCLUSIONES

Conclusiones de la  
Investigación

Contraste de Hipótesis

Aplicaciones de la  
Investigación

*Figura 5.* Esquema general de la tesis.  
Elaboración propia.

## 1.9. ESQUEMA GENERAL

A continuación, se explica de manera esquemática cómo aparecen los contenidos de esta investigación. Se presenta una visión con amplia perspectiva del proceso, que finaliza con la presente tesis.

En el marco teórico y estado de la cuestión, se desarrollan los conceptos generales de emoción y creatividad, para centrarse en la disciplina de I.A. Pese a que cada apartado por separado constituye un propio cuerpo de estudio, es su interrelación lo que aporta mayor valor. El análisis de cada uno demuestra puntos en común que evidencian la correlación entre los mismos. Después de haber revisado las teorías de emoción y creatividad en organismos vivos, se termina con su implementación en agentes informáticos.

En el diseño de la investigación se plantean los problemas de ésta y los objetivos a los que se pretende llegar con ella. En función de la problemática y los objetivos, se desarrolla una serie de hipótesis para demostrar si se cumplen. La fase del diseño de investigación es la base de esta tesis. En ella se plantea qué se quiere investigar y cómo. En este caso, nace de la necesidad de conocer los procesos emocionales y creativos de sistemas de vida artificial y de verificar si se cumplen las expectativas propuestas.

Los encuestados para las entrevistas conforman un amplio grupo de perfiles: ingenieros informáticos, a filósofos, psicólogos o sociólogos. Finalmente, han sido seleccionados trece entrevistados. El resultado de las mismas ha sido estudiado mediante análisis estadístico de contenido, derivando las consecuentes figuras, que representan de manera gráfica y esquemática los datos resultantes.

Para una correcta recopilación de datos, se ha llevado a cabo la elaboración de un cuestionario con una serie de preguntas. Estas abarcan el proceso creativo en agentes racionales no vivos, así como la problemática de conceptos como autoconciencia, voluntad o

sentimientos en máquinas.

Además de responder al cuestionario citado, los sujetos participantes han aportado tres imágenes que en su opinión representan la I.A.

Con la finalidad de llegar a todos los entrevistados, el cuestionario ha sido cumplimentado de manera en línea. Una vez obtenidos los datos, se ha llevado a cabo su “normalización”, para que puedan ser estudiados tanto de manera cualitativa como pero cuantitativa. Esto produce que los nuevos datos puedan ser comparados y complementados entre sí, obteniendo nuevas formulaciones para la investigación. Por último, han sido interpretados para derivar una serie de conclusiones finales.

Las hipótesis han sido contrastadas con pruebas estadísticas para determinar si se cumplen o no. Además, en todo el proceso de investigación surgen nuevas hipótesis no previstas, abriendo nuevos caminos a futuras investigaciones.

Para finalizar, se presentan las aplicaciones para las que puede servir lo desarrollado en esta investigación.

## 2. MARCO PRÁCTICO



## 2.1. OBJETO

El campo de la vida artificial trabaja en la posibilidad de reproducir y exhibir otros aspectos definitorios de la vida a través de entidades de computación.

El presente estudio abarca diferentes aspectos de la I.A. en relación con el ser humano. Mediante el análisis de diversas aplicaciones de sistemas inteligentes se ha llegado a las conclusiones que recogen la importancia de esta disciplina. Una de ellas sería el cambio sociológico que se está llevando a cabo en este asunto en particular de la tecnología, haciendo un especial hincapié en el tema de la creatividad, averiguando si esta es posible en sistemas inteligentes y cómo estos se están incorporando al campo artístico como nuevas herramientas de trabajo.

Otro aspecto que aparece en el trabajo es la importancia de lo emocional en la I.A., tanto en este tipo de sistemas como en referencia a los vínculos afectivos que se intentan establecer entre la máquina inteligente y el ser humano.

Las principales ideas que vertebran esta tesis doctoral están relacionadas con problemas vigentes en cuanto a nuevas maneras de entender el mundo en general y el arte en particular. Tras una previa revisión de conceptos como la emoción, los sentimientos, el ego y la conciencia, se propone un análisis que revisa estos mecanismos implementados en sistemas artificiales; además se ha hecho hincapié en las características más importantes de la sociedad tecnológica actual.

Si tenemos en cuenta lo que significa la creatividad hoy en día, y sobre todo dentro de la propia evolución de la I.A., encontramos que las concepciones clásicas de autor, espacio y contexto de la obra artística se han quedado obsoletas, y por tanto es necesario pensar y detectar otras posibilidades. Estas vienen dadas a través de ejemplos artísticos que muestran la inclusión de agentes emergentes en el panorama artístico, produciendo nuevos fenómenos dignos de analizar. La necesidad de encontrar nuevas denominaciones a las prácticas artísticas

contemporáneas por medio de aparatos tecnológicos hace que surja esta investigación.

La presente tesis doctoral pretende plantear, analizar y clarificar una nueva tendencia sociológica a crear e interactuar con máquinas inteligentes; propone también el estudio de un campo transdisciplinar en el que el arte tiene mucho que decir como canal mediador entre los avances tecnológicos y la sociedad, a modo de “traductor”, pero también como reflejo de las consecuencias de los sistemas inteligentes creados y de la necesidad de analizar los nuevos descubrimientos científicos y tecnológicos.

A lo largo de este trabajo se abordan las cuestiones que nos conducen a la condición de complejidad que habitamos; la problemática de definir conceptos como voluntad, ego, emociones, sentimientos y creatividad en máquinas.

En lo referente a la práctica artística, esta tesis no pretende crear un listado de referencia de todos los autores y obras representativas de la I.A. en el arte contemporáneo, ya que no ha sido mi planteamiento inicial; entre otras cosas, porque en un medio tecnológico como este la velocidad de los acontecimientos y de producción hace que las obras y artistas que ahora son innovadores en este campo, en un corto periodo de tiempo, se conviertan en anécdotas. En parte se debe a que, como comenta el profesor Brea (2004), el arte en la época telemática tiene sentido como anuncio de un futuro que está por llegar. Quizás habrá que esperar más tiempo para que se lleve a cabo una evolución artística que produzca obras “completas”.

Por tanto, la intención de este trabajo de investigación es más la de tomar obras y autores como ejemplos para analizar y entender el tipo de obra artística que existe en la actualidad tecnológica, definiendo y defendiendo el nuevo tipo de creatividad y la posibilidad de las máquinas como agente creador, como propio autor. También se insiste en lo que significa la inclusión de sistemas inteligentes en el arte contemporáneo, como algo que emerge dentro de la sociedad actual y su complejidad.

Si las obras artísticas que aparecen en la presente tesis doctoral representan el papel de

ejemplificar, las entrevistas realizadas a expertos en la materia de computación pretenden apoyar o desmontar una serie de teorías previas. Para ello, los investigadores participantes en los cuestionarios han sido cuidadosamente seleccionados teniendo en cuenta la diversidad de sus currículos y los ámbitos en los que trabajan. La recopilación de datos, fruto de las respuestas que ofrecieron, ha sido analizada al detalle, estableciendo una serie de comparaciones y coincidencias, y elaborando una pequeña estadística que aporta un tipo de conocimiento externo a mi propia concepción, gracias al cual podemos aportar, confrontar y retractar ciertos aspectos.

## 2.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿En qué momento y por qué se produjo la división entre arte y ciencia?
- Una vez simuladas las emociones, ¿se logrará alcanzar el sentimiento y, consecuentemente, la autoconciencia del sistema inteligente?
- Tras la separación en la antigua Grecia de ciencia y arte, ¿personifica la I.A. el intento de volver a aunar estas dos disciplinas?
- En las transformaciones de la concepción de racionalidad a lo largo de la historia, ¿en qué momento nos encontramos a este respecto? ¿Ejemplifica la I.A. su triunfo o su derrota?
- El porqué de una era en la que la percepción de la realidad debe ser necesariamente filtrada mediante demostración científica.
- El método científico como *modus operandi* en el momento cultural actual.
- ¿Por qué necesitamos nuevos estímulos para emocionarnos de una forma inédita?

Es el impulso vital que nos lleva a generar nuevas formas y nuevas experiencias. De aprehender la realidad de una forma más amplia. Más real.

La primera cuestión a resolver es el concepto de I.A., que nos remite a la idea de artificial:

¿qué es natural y qué artificial? En el segundo caso se puede considerar todo aquello fabricado por la mano del hombre.

Resuelta esta complejidad, aparece el término *inteligencia*. Tras hacer una distinción entre sus diferentes tipos, y teniendo en cuenta las diferencias entre la “convencional” y la propia de sistemas inteligentes, se completa su significado y se pasa a diferenciar los campos que abarca este término, surgiendo la duda de cómo afecta la I.A. a nuestra sociedad, qué cambios se observan en nuestro comportamiento desde la aparición de los sistemas inteligentes.

Si analizamos el tipo de relación que los investigadores están desarrollando entre sistemas creativos y hombre, se nos presenta la cuestión del porqué de esa necesidad de interactuar con un agente inteligente que simula nuestro comportamiento, pero ¿las emociones de los ordenadores deben copiar lo que sabemos de las humanas, o deben tener un diseño diferente?

Los aspectos de inteligencia y emoción derivan en la facultad o imposibilidad de que los sistemas inteligentes puedan realizar actividades creativas.

De manera más global, es necesario resolver la incertidumbre del porqué de la I.A., y qué postura presenta el ser humano ante este acontecimiento.

## 2.3. OBJETIVOS GENERALES Y PARTICULARES

El trabajo articula una línea general con aplicaciones y ejemplos muy concretos. De un modo amplio, se plantean los efectos globales que produce la introducción de la I.A. en nuestro entorno, así como los cambios que se están llevando a cabo y sus repercusiones, habiendo un antes y un después en nuestra forma de interactuar con el entorno y con nosotros mismos.

Otro de los objetivos generales es tratar de averiguar si es posible que un sistema inteligente lleve a cabo actividades creativas y si es capaz por sí mismo de generar creatividad; o si, por el contrario, es el ser humano el que, a través de la máquina inteligente,

herramienta de trabajo creativo. Todo esto propicia una toma de conciencia de los cambios sociológicos que están en vías de desarrollo, ya que la propia I.A. también lo está. Habrá que esperar más tiempo para que esta alcance su máxima expansión y poder ver así cambios más significativos en nuestro comportamiento individual y social. Sin embargo, el análisis de una serie de casos nos permite vislumbrar la futura realidad, con consecuencias para la sociedad que constituyen el objeto general de investigación de este trabajo.

Respecto a los objetivos particulares, con una serie de teorías previas se pretende realizar un acercamiento a los antecedentes de la I.A. para poder comprender el momento en el que se inicia y el porqué del nacimiento de esta nueva tecnología. Es importante también el estudio de la cualidad humana: la inteligencia, en base a la cual surgió esta disciplina informática. Este último concepto también ha sido tratado, ya que es la base de los sistemas inteligentes y debe comprenderse por qué el ser humano tiende a investigar y trabajar hacia un mundo artificial y virtual.

En el apartado dedicado a la creatividad surge la idea de establecer una comparación entre el arte convencional y la repercusión que tienen los agentes sintéticos, con los que la relación entre espectador y la obra de arte varía, tratándose de una experiencia más física e interactiva donde el visitante debe participar para que la obra adquiera sentido.

El estudio del fenómeno de la I.A., todavía un tanto desconocido, se concreta mediante la opinión de trece expertos a los que se les ha formulado una serie de preguntas.

## 2.4. MEDIOS Y RECURSOS

Para el estudio efectuado se ha utilizado documentación gráfica: libros, páginas web, documentos de la red, catálogos, revistas, vídeos, visita regular a exposiciones en museos, galerías, bienales, ferias (nacionales e internacionales).

Respecto a la parte audiovisual: documentales, *podcasts*, entrevistas, modelos de

aplicación, etc. Desde acceso a investigaciones en desarrollo e intercambio de conocimientos con otros investigadores de diversas universidades. Así como la realización de una serie de entrevistas a diversos profesionales en este campo.

## 2.5. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La metodología utilizada en la elaboración de esta tesis es de tipo cualitativa, ya que se ha realizado un estudio de la realidad actual en el ámbito de la I.A., con una interpretación de los fenómenos tecnológicos y creativos de acuerdo con los significados que tienen para la sociedad actual. Para ello se ha contado con la recopilación de una serie de entrevistas, que recogen experiencias personales, observaciones, imágenes y textos sobre el tema. Toda esta información ha sido procesada y se le ha dado un enfoque determinado que la orienta hacia la posibilidad de que arquitecturas artificiales muestren cierto grado de creatividad, que ha sido la hipótesis base de la que se ha partido para la realización de la presente tesis.

Por otra parte, la reflexión sobre el tema ha tratado de basarse en la manera de proceder de la sociedad respecto al arte creado con sistemas inteligentes, que ha sido secundado también por numerosas lecturas respecto al tema.

La primera fase de la investigación ha tenido un carácter preparatorio, que ha consistido en numerosas lecturas, recopilación de imágenes y textos, visualización de vídeos, documentales y entrevistas, así como visitas a exposiciones, esta primera fase también comprende la definición del problema. Respecto a la bibliografía inicial, se ha partido de la base de autores esenciales en la historia de la I.A.: Alan Turing y el estudio de su famoso test, Chomsky y sus escritos sobre el lenguaje, Descartes, las inteligencias múltiples de Gardner o Goleman y su inteligencia emocional. Las teorías de estos autores (entre otros) constituyen la base de la presente tesis doctoral. En una segunda etapa se recurrió a Baudrillard y la relación entre cultura y simulacro Antonio Damasio replanteando a Descartes, el pensamiento complejo de

Edgar Morin, David Deustch y los ordenadores emocionales de Rosalind Picard. Tras estos dos grandes bloques teóricos comenzó a estudiarse la creatividad y los ejemplos artísticos de agentes sintéticos a los que se refieren Mihály Csíkszentmihályi, Montxo Algora, José Luis Brea, Claudia Giannetti, etc. A lo largo del proceso de investigación se han ido incorporando nuevas fuentes y recursos bibliográficos. A medida que se profundizaba en las cuestiones se indagaba en textos y autores más específicos, partiendo de lo general hacia un conocimiento más específico, y teniendo siempre en mente un tratamiento de datos bajo una perspectiva multifocal, ya que así lo requería la propia condición del tema a tratar. Debido a la vigencia y actualidad del tema, se ha seguido un proceso metodológico que responde a las necesidades de continua actualización de fuentes bibliográficas y documentales. Como se puede apreciar en el apartado de webgrafía, se ha llevado a cabo una amplia consulta de documentos digitales e información en red; así los datos resultan contemporáneos y permiten el estudio de esta disciplina en tiempo real.

La búsqueda y selección de imágenes ha sido una de las tareas en las que se ha puesto especial énfasis, jugando con el contraste de ejemplos que ilustran las obras tecnológicas más novedosas y clásicos conocidos de la historia del arte. El estudio y análisis de estas imágenes han propiciado reflexiones y conclusiones teóricas en base a conceptos tratados. Este proceso ha proporcionado una vía esencial para articular el tema de una manera global y referenciarlo con cuestiones del pasado, antecedentes básicos para entender la esencia de la I.A.

La segunda fase comprende el diseño de investigación, que ha sido clave para alcanzar el objetivo propuesto de determinar el grado de creatividad en I.A., pretendiendo informar de manera objetiva sobre mis propias observaciones del comportamiento de seres humanos y máquinas. Junto con este punto de vista personal, las entrevistas, el estudio de casos y la opinión de diversos expertos en el tema, han confluído en el resultado de este estudio. Tras un período de reflexión de los conocimientos adquiridos y la elaboración de un marco teórico y

práctico, se llevó a cabo la tarea de planificación de actividades a llevar a cabo, como es el caso de las entrevistas realizadas a expertos en la materia. Se han realizado preguntas sobre aspectos de la I.A., con la intención de que una serie de expertos en el tema aportasen con sus respuestas, nuevas formulaciones. La formación de interrogantes en torno a la emoción y creatividad en agentes no vivos.

La tercera fase de la investigación es de carácter analítico, ya que se procedió a la recogida de datos, con el análisis de las respuestas obtenidas por parte de los expertos encuestados, pretendiendo buscar diferentes aspectos que arrojen luz sobre las características intrínsecas a la creatividad y la emoción en el campo de la I.A. El objetivo en este caso es el de observar la influencia de estas opiniones respecto a si una máquina puede ser creativa y el grado de emoción y sensaciones que es capaz de alcanzar. Una vez obtenidas las respuestas, se ha creado una estadísticas teniendo en cuenta las contestaciones que coinciden y las que no. Todo esto fue traducido en gráficos y tantos por ciento. A través de la valoración de un número determinado de contestaciones por parte de expertos en la materia, se indaga en la opinión formada por especialistas sobre el grado de implementación de emociones y capacidades artísticas en computadoras inteligentes. Se lleva a cabo un análisis de cuáles son las carencias a este respecto, así como las opiniones enfrentadas y el surgimiento de una serie de conceptos repetidos a lo largo de los trece cuestionarios.

Tras recopilar los datos y resultados de las entrevistas, se ha tenido en cuenta la “saturación informativa” , en la que las nuevas informaciones que iban surgiendo ya no aportaban novedad. La fase analítica pues, ha consistido en la reducción de datos, disposición y ordenación de los mismos, gracias a los cuales se ha podido verificar las conclusiones.

Finalmente, se procedió a una fase de tipo informativa, en la que se hizo un resumen de los principales hallazgos, evidenciando y exponiendo los resultados obtenidos que apoyan las conclusiones. Se pretende, sobretodo, generar interpretaciones conceptuales de hechos que ya



habían sido expuestos. Se han fundido mis propias observaciones con las aportadas por los expertos encuestados, para la verificación de las conclusiones, realizando una tarea crítica interpretativa.

Respecto a la organización de: citas, bibliografía, índice de fotografías, notas, anexos y referencias bibliográficas, se ha utilizado la normativa APA6.

## **2.6. MUESTRA**

### **2.6.1. Criterios de selección de los encuestados**

La pretensión inicial era la de buscar una muestra con diferentes perfiles de expertos dentro del campo de la I.A., especialmente en lo referente a creatividad y aspectos de la emoción. Como se trata de un análisis del tema más de tipo sociológico que meramente técnico, también se ha recurrido a la opinión de filósofos, ingenieros, lingüistas o sociólogos. A través de las respuestas obtenidas es posible hallar indicios que permiten vislumbrar la existencia de un patrón que determine por qué un sistema inteligente es creativo y si puede ser considerado como productor de emociones.

Se trata de un análisis orientativo, que pretende comprender por qué es aceptado el término de creatividad dentro de la I.A.

### **2.6.2. Expertos seleccionados.**

Como se ha comentado, han sido escogidos trece investigadores en la materia, con diferentes perfiles y formación. A continuación aparece la relación de los expertos, con nombres y apellidos, a los que se les ha asociado una letra. Esta lista se ha organizado por orden alfabético respecto al apellido.

- a) Amparo Alonso. Catedrática de la Universidad de A Coruña. Coordinadora del grupo de investigación LIDIA (Laboratorio de I+D en Inteligencia Artificial).

- b) Raúl Arrabales. Ingeniero informático. Director del Área de Ingeniería en U-tad (Centro Universitario de Tecnología y Arte Digital).
- c) Millán Arroyo. Profesor de sociología en la Universidad Complutense de Madrid.
- d) Antonio Benítez. Profesor de lógica en la Universidad Complutense de Madrid.
- e) David Casacuberta. Profesor de la filosofía de la ciencia en la Universidad Autónoma de Barcelona.
- f) Manuel González. Profesor de ciencias informáticas en la Universidad de Zaragoza.
- g) Manuel Moreno. Profesor en el departamento de ingeniería electrónica de la Universidad Politécnica de Cataluña.
- h) Sergio Moriello. Periodista científico, ingeniero en electrónica y posgraduado en administración empresarial.
- i) Carlos León. Ingeniero informático. Coordinador académico en U-tad (Centro Universitario de Tecnología y Arte Digital).
- j) Ramón López. Profesor del CSIC y director del Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial de Barcelona.
- k) Alejandro Pazos. Catedrático en ciencias de la computación e Inteligencia Artificial, Universidad de A Coruña.
- l) José Luis Salmerón. Catedrático de sistemas de la información e informática de gestión, Universidad Pablo de Olavide de Sevilla.
- m) Francisco Vico. Profesor de ciencias informáticas en la Universidad de Málaga.

## 2.7. CUESTIONARIO

El cuestionario comienza con una pregunta básica y general sobre el tema a tratar, que posiciona al entrevistador respecto al concepto de I.A.

1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial?

¿ Considera que es sólo una simulación?

La segunda cuestión propuesta habla sobre la posibilidad de conceptos abstractos y tradicionalmente humanos como es la consciencia. Se pide también al entrevistado que en caso de que vean factible este hecho, propongan una fecha estimada de esta posible realidad.

2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible? En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?

Siguiendo la estela de la implementación de características humanas en máquinas, se plantea si estas pueden aprender comportamientos determinados y servirse de ellos en determinadas ocasiones.

3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?

La siguiente pregunta tiene un marcado componente social al plantear el tipo de relación que tenemos los humanos con las máquinas. En la respuesta a esta cuestión va implícita la experiencia personal de cada experto, que con una base sólida de conocimientos sobre el tema, se añade una interpretación personal y objetiva de cómo nos comportamos con el medio tecnológico.

4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?

Continuamos con el manejo de elementos abstractos y de difícil delimitación, preguntando sobre su posibilidad y límites en máquinas.

5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?

Tras haber tratado con los conceptos anteriores, se da un paso más preguntando sobre la

capacidad de las máquinas para sentir.

6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?

Al primer bloque de preguntas relacionadas con el concepto de emoción en I.A., se procede a tratar el tema de la creatividad, comenzando por la pregunta más básica y global de si las máquinas pueden mostrar algún síntoma creativo e incluso si pueden producir resultados originales.

7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?

La siguiente cuestión tiene un marcado carácter social, ya que atañe al temor de la sociedad ante una ingeniería sofisticada y desconocida que se reproduce continuamente en el imaginario colectivo a través de películas, textos fantásticos y en otras manifestaciones artísticas.

8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en *2001: Una Odisea del Espacio*, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?

Siguiendo en la línea de la cuestión anterior, se solicita un análisis para descubrir el conocimiento cultural que la gente tiene respecto a la I.A. y su tipo de interacción social al respecto, yendo implícito también las consecuencias de su empleo.

9. ¿Cuál cree que es el papel de la I.A. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?

El siguiente bloque de preguntas aluden a la esencia de esta tesis: el carácter cíclico de la

relación entre arte y ciencia, que tras su separación en la Ilustración, se pretende volver a concebir ambas como un todo. Sin embargo, se expone una idea contraria a esto, por parte de Wolpert (1929) para evidenciar la opinión respecto a esto de los distintos expertos.

10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?

Con la siguiente cuestión se pretende delimitar las funciones del arte actual, así como su posible papel para sacar a la luz pública problemas del biopoder, cuestionando las necesidades científicas y tecnológicas impuestas y poniendo de manifiesto la situación científica actual de cierto hermetismo, que está al alcance de muy pocos. Se ha incluido en la pregunta la opinión formada de un experto, que es contraria a todo esto y que ayuda a plantear una cuestión sin un aparente posicionamiento previo.

11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?

Por último, aprovechando la tarea investigadora de los encuestados, se ha hecho una pregunta más personal, contada de primera mano y en la que se propicie el relato de experiencias personales respecto al tema central. Tras indagar sobre qué es lo que más interesa investigar a un experto en I.A., se redirige la cuestión hacia la posibilidad de autonomía en sistemas artificiales y sus posibles consecuencias como la superación de las cualidades humanas. Finaliza esta tanda de preguntas con una amplia cuestión que se aventura en el un futuro hipotético sobre el futuro de la sociedad respecto a las máquinas inteigentes.

12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la

I.A.?, ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?

### **2.7.1. Temática y formato.**

Para poder obtener un abanico de respuestas lo más amplio posible se formulan doce preguntas, dentro de las cuales se derivan cuestiones complementarias. Entre ellas se han incluido la definición y delimitación de conceptos capitales, empezando por el propio concepto de I.A., originario de todas las posibles consecuencias que se tratan a lo largo del cuestionario y de la presente tesis. Aclarado este término, se ahonda en su posibilidad de consciencia, voluntad o aprendizaje. La interactividad entre hombre y máquina es otro de los asuntos importantes, ya que se pretende analizar el momento que se está viviendo respecto a esta disciplina computacional. También se hace referencia al concepto de arte en todo este entramado informático.

Para finalizar, se pide a cada encuestado que aporte tres imágenes que personifiquen lo que para ellos representa la I.A.

Debido a la variedad de perfiles, en diferentes ubicaciones geográficas y con una apretada agenda, se ha optado por una entrevista de tipo telemático. Se ha enviado por correo electrónico el cuestionario, junto con un protocolo. Este dice: “la entrevista consiste en un conjunto de preguntas relacionadas, ordenadas temáticamente en torno al tema propuesto. Cada persona puede responder en el espacio y tiempo que considere oportuno, con total libertad”.

## 2.7.2. Presentación del cuestionario

1.1	¿Es sólo una simulación?
a)	Ciencia: investiga la mente. Ingeniería: resolución de problemas.
b)	Resolución de problemas.
c)	Emula pensamiento humano.
d)	Ciencia: investiga mente. Ingeniería: resolución de problemas.
e)	Investiga mente.
f)	Empezó aplicada a la ciencia. Actualmente aplicada a la ingeniería.
g)	Investiga mente.
h)	Investiga mente.
i)	Capacidad de razonar agente no vivo.
j)	Weak A.I.: resolución de problemas, Strong A.I.: investiga mente humana.
k)	Resuelve problemas.
l)	Tipo de inteligencia diferente.
m)	Diseñar máquinas con comportamiento complejo dirigido.

Tabla1. Elaboración propia.

1.1	¿Es sólo una simulación?
a)	Ciencia: investiga la mente. Ingeniería: resolución de problemas.
b)	No, proceso real con impacto real.
c)	N/N.
d)	No. Autoorganización modelos computacionales.
e)	Sí. Para pensar se necesita estar vivo.
f)	Sí. Programa computacionalista.
g)	Sí.
h)	Sí.
i)	No. Emula comportamiento inteligente.
j)	No. Emulan la inteligencia.
k)	No.
l)	N/N.
m)	No.

**Tabla 1.1.** Elaboración propia.



2	<b>La consciencia, replicación, respuestas inéditas, ¿son posibles en I.A.?</b>
a)	Sí, metacognición máquinas.
b)	Todas acciones se aprenden o innatas (preprogramadas).
c)	Sí. Agentes autónomos interpretan entorno.
d)	Se puede modelar animal artificial que sea agente cognitivo.
e)	No. Consciencia implica ser vivo.
f)	Consciencia artificial.
g)	Sí. Entender mecanismos autoconsciencia y capacidad abstracción.
h)	Algunas cosas se van a poder realizar y otras no.
i)	No.
j)	Futuras inteligencias artificiales emergerá consciencia.
k)	No. Consciencia fuera de alcance.
l)	Consciencia difícil decir. Replicación y respuestas inéditas sí.
m)	Sí, su propia forma de comportarse inteligentemente.

**Tabla2.** Elaboración propia.

3	<b>¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento para resolver problemas?</b>
---	--

a)	
	Sí, problema determinado y aplicarlos a estados futuros de ese mismo problema.
b)	Limitada, acción y percepción máquina.
c)	Capacidad mucho mayor.
d)	Aprendizaje por refuerzo.
e)	Algoritmos probabilísticos más fácil aprender comportamientos a partir de ejemplos.
f)	Machine Learning.
g)	Muy limitada. Carecen capacidad abstracción.
h)	Avances aprendizaje de máquinas. Robots sociales.
i)	Baja. Máquinas recogen ejemplos, no aprenden maneras nuevas.
j)	Aprendizaje por: refuerzo, analogía y transferencia.
k)	Capacidad abstracción máquinas.
l)	Amplia capacidad. Programación genética
m)	Escasa. No perciben nuestro comportamiento con facilidad.

**Tabla3.** Elaboración propia.

4	<b>¿En qué consiste la interacción hombre - máquina?</b>
---	--

a)	
	Intercambio información persona computador.

b)	Interacción humanos y dispositivos artificiales.
c)	Diálogo entre ambos, para finalidades concretas.
d)	No sé contestar.
e)	Tema fuera de mi jurisdicción.
f)	Interactuar con ciertos objetos, “antropomorfizando” máquinas.
g)	No lo sé.
h)	Comunicación biunívoca e íntima entre hombre y máquina.
i)	Cualquier fenómeno máquinas y hombre interaccionen.
j)	Mediante lenguaje (escrito y hablado) y visión.
k)	Problema sin resolver desde 1940, N. Wiener, Cibernética.
l)	Intercambio información entre los dos elementos.
m)	Interfaces comunicación más avanzados.

**Tabla4.** Elaboración propia.

5	<b>Inteligencia, memoria y voluntad en I.A.</b>
---	---

a)	
	Reproducen inteligencia, usando memoria. Proactivos, “voluntad”.
b)	Se puede hacer mucho. Combinarlos.
c)	Debería responder un ingeniero.

d)	Inteligencia: sí. Memoria: sí. Voluntad: no.
e)	Inteligencia: sí. Memoria: sí. Voluntad: no.
f)	Inteligencia: sí. Memoria: sí. Voluntad: no.
g)	Orientadas correctamente pueden constituir un refuerzo.
h)	Inteligencia: sí. Memoria: sí. Voluntad: no.
i)	Sólo los emulan.
j)	Inteligencia: sí. Memoria: sí. Voluntad: sí. BDI (Beliefs, Desires, Intentions).
k)	Inteligencia: sí. Memoria: sí. Voluntad: sí.
l)	Inteligencia: no. Memoria: sí. Voluntad: no.
m)	Escasa. No perciben nuestro comportamiento con facilidad.

**Tabla5.** Elaboración propia.

6	<b>¿Pueden los sistemas inteligentes generar sentimientos y sensaciones?</b>
---	--

a)	
	Sí, pero no como los humanos.
b)	Controvertido, requiere procesos cognitivos superiores y conciencia.
c)	No.
d)	No.

e)	Simulación.
f)	No.
g)	Sensaciones sí, sentimientos no.
h)	Sí, pero no como los humanos.
i)	No.
j)	No, posibilidad en un futuro.
k)	Sí, como procesos físicos y químicos.
l)	Sí, pero no como los humanos.
m)	Provocan emociones

**Tabla6.** Elaboración propia.

7	<b>¿Son creativos los sistemas inteligentes?</b>
---	--

a)	
	Sí.
b)	Sí. Sistema inteligente creativo por definición.
c)	Sí. Respuestas emergentes.
d)	Sí, si supera test Turing.
e)	Sí. Crean no conectados directamente con su programación.

f)	Sí. Patrones información, combinacionales.
g)	Sí, si son realmente inteligentes.
h)	Sí. Poder de cálculo.
i)	Sí. Ejecuta algoritmos.
j)	Sí. The painting fool.
k)	Sí. Creatividad computacional.
l)	Sí. Patentes creadas con I.A.
m)	Sí. Lenguajes amplios.

**Tabla7.** Elaboración propia.

8	<b>¿Qué opina sobre la reacción ante una posible rebelión de las máquinas?</b>
---	--

a)	
	Ciencia ficción.
b)	Normal, miedo ante incertidumbre.
c)	Ciencia ficción.
d)	Posible. Robots producen robots.
e)	Normal, miedo ante incertidumbre.
f)	Normal. Mito Prometeo.

g)	Normal.
h)	Posible.
i)	Normal, miedo ante incertidumbre.
j)	Normal, miedo ante incertidumbre.
k)	Normal, miedo ante incertidumbre.
l)	Ciencia ficción.
m)	Normal, ciencia ficción.

**Tabla8.** Elaboración propia.

9	<b>Papel de la I.A. en: arte, relaciones interpersonales, sociales, laborales y lúdicas</b>
---	---

a)	
	Sistemas multiagentes simulan estas relaciones.
b)	Papel relevante, ciencia.
c)	Sí, en todas menos sociabilidad.
d)	Laborales sí. No opinión formada en el resto.
e )	Marginal.
f)	Sistemas de ayuda pero no autónomos.
g)	Imprescindibles en un futuro.

h)	Papel relevante.
i)	Sistemas de ayuda pero no autónomos.
j)	Imprescindibles en un futuro.
k)	Imprescindibles en un futuro.
l)	Papel relevante.
m)	Imprescindibles en un futuro.

**Tabla9.** Elaboración propia.

10	<b>¿Arte híbrido sólo se sirve de innovaciones técnicas crear nuevas maneras?</b>
----	---

a)	
	Interrelación ciencia arte.
b)	Interrelación ciencia arte.
c)	N/N.
d)	N/N.
e)	Interrelación ciencia arte.
f)	Génesis de la ciencia es puro arte.
g)	Interrelación ciencia arte.
h)	Interrelación ciencia arte.



i)	Interrelación ciencia arte.
j)	Diferencia arte ciencia va decreciendo.
k)	Interrelación ciencia arte.
l)	Arte no aporta nada a ciencia.
m)	Interrelación ciencia arte.

**Tabla10.** Elaboración propia.

11	<b>¿Considera al artista mediador entre avances tecnológicos y sociedad?</b>
----	--

a)	
	Arte sin interés por ciencia.
b)	Sí, y científicos, comunicadores, docentes, etc.
c)	No. Divulgación ciencia debe venir de científicos.
d)	No.
e)	Sí, lucha contra cienciafobia de la sociedad.
f)	Sí, pero además científicos.
g)	Sí, aunque reducido a esta función sería diseñador.
h)	Sí, con conocimientos tecnológicos y creatividad.
i)	No, avances tecnológicos ya en sociedad.
j)	No es que la ciencia no sea cultura, es que políticos no creen en ciencia.

k)	No, su función es actor, no mediador.
l)	Demasiados divulgadores científicos y mal pagados científicos.
m)	No, ciencia y arte normas diferentes.

**Tabla11.** Elaboración propia.

12	<b>Objetivos investigadores I.A.</b>
----	--------------------------------------

a)	
	Sistemas automáticos exhiben inteligencia.
b)	Nuevas reglas evolución de mano de tecnología.
c)	Máxima autonomía sistemas inteligentes.
d)	Entender mente.
e)	Entender mente. Big Data.
f)	Máxima autonomía sistemas inteligentes.
g)	Entender mente.
h)	No piensa transcendencia objetos inteligentes.
i)	Entender mente.
j)	Sistemas automáticos exhiban inteligencia.
k)	Sistemas automáticos exhiban inteligencia.
l)	Muchos casos máquinas superiores a humanos.
m)	Máxima autonomía sistemas inteligentes.

**Tabla12.** Elaboración propia.

### **3. MARCO TEÓRICO**

### 3.1. ¿POR QUÉ?

“Entre los hombres y el mundo, la técnica puede ser una mediación eficaz” (Baudrillard, J. 2010, p. 148).

Esta cita puede tomarse como fruto de la evolución del objeto, puesto que la I.A. no es otra cosa que la personificación del desarrollo y avance del mismo, fruto de la hiperfuncionalidad reinante. Al fin y al cabo, la relación que ha existido siempre entre el ser humano y los objetos es la que se lleva a cabo con los sistemas inteligentes actuales. El ser humano ha ejercido siempre una proyección de sí mismo en los objetos. Proyectó sus necesidades emocionales y funcionales en los elementos que construía y desarrollaba. Esta relación hombre-objeto comenzó hace 1,44 millones de años, cuando el *homo habilis* comienza a tallar piedras de las que se servía para aprovechar carne de animales muertos. Esta característica es una prerrogativa fundamental del ser humano: la fabricación de utensilios. Pero, sobretodo, la realización de estas primeras herramientas evidencian una voluntad de pensamiento conceptual. Por primera vez, el cerebro no sólo cumple la función de dirigir el cuerpo para hacer mover y funcionar ciertos órganos, sino que también interviene en lo que se llama voluntad de creación. Se produce una conceptualización antes del acto creativo que, por supuesto, es intencionada y consciente. Al fin y al cabo, hoy en día se está apostando por el desarrollo de sistemas inteligentes que actúen guiados por emociones propias y, sobretodo que, toda actividad, tanto física como “mental”, surja de manera voluntaria y premeditada, huyendo del comportamiento preprogramado.

Para entender el diseño de máquinas inteligentes, debemos recordar la concepción reduccionista del término inteligencia, que sólo acepta cualidades como la memoria o el raciocinio. Existe también una parte olvidada que tiene que ver con cuestiones más abstractas que se derivan de la actividad inteligente, y que incluyen la I.A., como parte de la herencia cultural. Parente (2007) nos recuerda que la inteligencia posee dimensiones

sociales, tecnológicas y técnicas que olvidamos, ya que en muchos casos sólo consideramos que somos inteligentes en tanto en cuanto poseemos la capacidad de aprender, percibir, razonar y recordar.



**Figura 6.** Herramienta del *Homo habilis*.

Esta tosca y sencilla manipulación de piedras fue el comienzo de una producción imparable de todo tipo de objetos.

Recuperado de <http://mural.uv.es/teboluz/index2.html>

Siguiendo con nuestra evolución, este nacimiento de *tecnología prehistórica* va sucedido de la creación artística. En el Paleolítico Superior (hace unos 40000 años) aparecen las primeras pinturas rupestres, encarnaciones físicas de la voluntad de expresión espiritual. A esta intención creativa y emocional debe sumarse, también, una voluntad de práctica para la caza, y una suerte de primitiva religión.

La necesidad práctica de someter al mundo debió de participar indudablemente, en estos esfuerzos. Así, pues, no nos sorprende averiguar que el sistema animista aparece acompañado de una serie de indicaciones sobre la forma en que debemos comportarnos para dominar a los hombres, a los animales y las cosas, o mejor dicho, a los espíritus de los hombres, de los animales y de las cosas. Este sistema de indicaciones, conocido con el nombre de hechicería y magia, es considerado por S. Reinach como la estrategia del animismo (Freud, S. 1977, p.106)

Esta etapa va acompañada de un mayor desarrollo cognitivo. El cerebro, como se comentó anteriormente, cumple nuevas funciones: de pensamiento, consciencia y

creatividad entre otras. Todo esto demuestra que la vida biológica va de la mano de la vida psíquica.

De una parte está la mente autoconsciente, inmaterial y, de otra, el cerebro que tiene una entidad física perfectamente reconocible. Lo cual no impide, sino que exige, una profunda relación entre ambas realidades, ya que el cerebro y sus componentes anatómicos y funcionales condicionan los procesos mentales y, a su vez, la mente es capaz de actuar sobre los procesos cerebrales. (Martínez, D. (2012) ¿Qué relación existe entre mente y cerebro? ¿Llegarán las máquinas a sentir emociones como los humanos? Recuperado de <http://www.unav.edu/web/vida-universitaria/detallenoticiapestania/2012/12/13/que-relacion-existe-entre-mente-y-cerebro-llegaran-las-maquinas-a-sentir-emociones-como-los-humanos?articleId=1856030>)

Pese a que la I.A. nace fruto de las intenciones de imitación del comportamiento humano a todos los niveles, los inicios de esta disciplina se han limitado a realizar actividades de carácter funcional: inspección de terrenos contaminantes, recopilación y realización de cálculos, orientación en el espacio, etc., pero tras pasar esta etapa, se está abogando por otro tipo de funciones, las que van más acordes al propósito que tuvo Turing a mediados del siglo pasado. Como pasó en el Paleolítico Superior con el hombre, los sistemas inteligentes están cumpliendo papeles afectivos, de sociabilidad y comportamiento más “humano”, es decir, el cerebro ya no cumple de manera exclusiva la función de ordenar los movimientos corporales.

Pero más allá de los orígenes históricos, se encuentran otra clase de orígenes que dan sentido no sólo a la I.A., sino, también, a por qué existe una voluntad de simulación de las emociones.

Como pasa con el concepto de inteligencia, el de la emoción no está resuelto en la

extraño y poco probable, viene a definir parte del porqué de los sistemas inteligentes, ya que no sólo han sido creados para facilitar la vida humana, sino que sirven de propio estudio de nuestra condición. Y como tal, si intentamos que las máquinas actúen movidas por emociones, debemos deducir que éstas son importantes para nosotros.

Hasta ahora hemos vivido en el mundo de la razón, sin cabida a su contrario, el cual se tachaba de poco importante. Más adelante, las investigaciones que unieron emoción y fisiología demostraron que tal vez aquello que emparentamos con lo espiritual e inmaterial tiene más que ver con conexiones neuronales y niveles químicos del cerebro. Quizás, nuestro mundo de la razón necesitaba que la emoción se pudiese definir mediante el método científico. Una vez superadas las incredulidades, se ha hecho un amplio estudio sobre este término. Ya Darwin, en 1872 escribió *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales* y, sin demasiados estudios previos al respecto (básicamente observando), se empezó a atisbar la posibilidad de herencia genética en las emociones, o su condición para la supervivencia, llegando incluso a la catalogación y diferenciación de las mismas.

### 3.2. EMOCIÓN

Dentro de las aspiraciones en el campo de la IA. que los robots sientan y tengan conciencia de sus actos es algo muy codiciado. Sin embargo, se ha empezado porque estos sistemas sean capaces de reconocer emociones en el ser humano. Para que estas dos premisas se cumplan, es necesario partir de la idea de *hipótesis asombrosa*. Según su autor, Francis Crick (2011), los pensamientos, alegrías o sensaciones son consecuencia de la actividad fisiológica de los tejidos cerebrales. Todo esto nos dice que la conciencia es una actividad del cerebro, así pues Alicia tenía razón cuando en el libro de Lewis Carroll (2010) decía que no somos más que un montón de neuronas. De esta manera, si nuestra voluntad personal no es más que la conducta de unas células nerviosas y sus moléculas asociadas, no

nos es difícil imaginarla en una máquina. Desde luego, el reduccionismo ha sido el camino tomado hacia la simulación de emociones en un sistema inteligente.

Todo esto choca de frente con las ideas de algunos de los grandes pensadores como es el caso de Descartes. Artífice del *dualismo ontológico*, el cual sostenía que lo espiritual no se relacionaba con lo vital, sino con la consciencia y el pensamiento. Los cuerpos son pura extensión a los que les corresponden cualidades físicas como el color, peso... sin embargo, a la mente le corresponde la consciencia, que lleva a cabo actividades de tipo emocional, de voluntad, irrealizables por el cuerpo. Pero Descartes vas más allá, añadiendo el factor cerebro, considerándolo como el cuerpo, elemento físico incapaz de contener emociones y pensamiento. Sólo el alma, que es lo inmaterial, lleva a cabo los pensamientos y recuerdos. Hoy en día, sabemos que somos lo que somos, gracias a la tríada mente-cerebro-cuerpo. El cerebro y el cuerpo están interconectados mediante sustancias químicas: hormonas y péptidos que son liberadas por uno y alcanzan el otro mediante el torrente sanguíneo.

Si bien Descartes realiza la primera formulación clásica del dualismo mente-cuerpo, Aristóteles y Platón llevaron a cabo reflexiones sobre este tema. Platón habla de la *transmigración del alma*, basándose en el hecho de que el alma sobrevive a la muerte del cuerpo, lo que nos dice que difieren entre sí.

Aristóteles defiende la idea de *pneuma*, término griego que significa “espíritu”. Es interpretado por este autor como principio de vida, que se encuentra en todo ser vivo y que no es contrario al mundo material.

El problema del dualismo continúa en la filosofía medieval hasta nuestros tiempos. Mente, cerebro, cuerpo..., en I.A., el cerebro es lo que se ha emulado, esto no conlleva necesariamente que la consciencia también se haya emulado. De acuerdo con la nueva teoría de Kurzweil (2014), “el cerebro se compone de 300 millones de módulos. Cada uno aprende, reconoce y aplica un patrón, y todos los módulos están dispuestos en las



jerarquías creadas por nuestro propio pensamiento” (Kurzweil, R. (2014) Prepárate para el pensamiento híbrido. Recuperado de [https://www.ted.com/talks/ray\\_kurzweil\\_get\\_ready\\_for\\_hybrid\\_thinking/transcript?language=es](https://www.ted.com/talks/ray_kurzweil_get_ready_for_hybrid_thinking/transcript?language=es))

Sin embargo, la consciencia, propia del ser humano, del latín *conscientia* (propiedad del espíritu de reconocerse como sujeto de sus atributos), tiene sus defensores en la I.A. Roger Penrose (1991), conocido físico matemático, famoso por su teoría de la mente, sostiene que dentro de las leyes físicas que describen la actividad mental, hay algo inconmensurable. Esta afirmación, se basa en el *teorema de la incompletitud* de Gödel, según el cual, “en cualquier formalización consistente de las matemáticas que sea lo bastante fuerte para definir el concepto de números naturales, se puede construir una afirmación que ni se puede demostrar ni se puede refutar dentro de ese sistema”. (Muñoz, J. 2010, p. 12)

Tras esta contextualización histórica y desechando: *pienso, luego existo* por el *existo, luego pienso* de Damasio (2009) conviene hacer un estudio del cerebro para comprender cómo se puede llevar a cabo la emulación del mismo en una máquina.

Existe una doble vertiente del intento de emoción en la máquina. Por una parte, se lleva a cabo para conseguir una mayor semejanza al ser humano y completar así una interactividad compleja, por otra, que la máquina sea genuinamente inteligente.

Según Antonio Morgado (2002), las emociones son estados personales que pautan la manera de relacionarnos con el entorno. Las emociones son necesarias en todo tipo de animales para que puedan determinar si una situación es más o menos favorable para su supervivencia. Estas intervienen para tomar el control de la conducta en situaciones de emergencia demasiado importantes para dejarlas de manera exclusiva en manos del intelecto; como por ejemplo la rabia y la agresividad, que permiten al sujeto enfrentarse y defenderse de posibles enemigos. En el caso del miedo, es necesario como instinto de

supervivencia para escapar en situaciones de peligro.

Tomkins (1962) formuló una serie de estados emocionales básicos:

TOMKINS	miedo	ira	angustia	alegría	disgusto	sorpresa	interés	vergüenza
---------	-------	-----	----------	---------	----------	----------	---------	-----------

Más tarde, Plutchik (1980) catalogó ocho emociones básicas diferentes:

PLUTCHIK	miedo	ira	pena	alegría	disgusto	sorpresa	aceptación	anticipación
----------	-------	-----	------	---------	----------	----------	------------	--------------

Con el tiempo aparecieron nuevas listas que seguían el modelo de las anteriores, en las que se fueron incorporando o eliminando emociones. Ekman (2010), considerado uno de los psicólogos más destacados del siglo pasado, propone una definición de las emociones básicas con un grado de aceptación bastante alto. Este listado ha sido elaborado bajo la premisa evolutiva, en el sentido de que el desarrollo de los rasgos y estados del ser humano a lo largo del tiempo es la base de su planteamiento. Así, Ekman (2010) establece una relación directa entre las emociones básicas y la expresión facial.

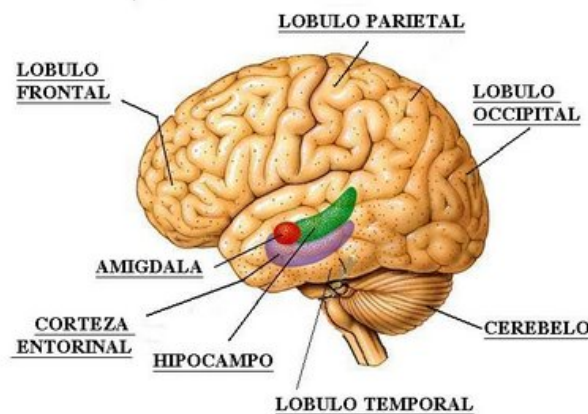
EKMAN	miedo	ira	tristeza	felicidad	disgusto	sorpresa
-------	-------	-----	----------	-----------	----------	----------

Pese a la existencia de numerosas clasificaciones de emociones básicas, algunos autores ponen en duda la existencia de estados emocionales básicos, inclinándose hacia dimensiones emocionales continuas (Schlosberg, 1954). Las dos dimensiones principales son: la excitación, con dos posibles estados: calmado o excitado; y la valencia, que puede ser negativa o positiva (Lang, C. 1995). Las dimensiones emocionales proporcionan una mayor fiabilidad respecto a las llamadas *categorías discretas*, como la ira o el miedo (Lang, C. 1984). Existe, sin embargo, la posibilidad de combinar las categorías emocionales discretas a modo de espacio continuo. Así, un mismo elemento puede responder a más de una categoría a la vez. Es el ejemplo de la tristeza, que puede corresponder a la pena y a la melancolía. Por otra parte, cabe mencionar la distinción entre estados afectivos y emociones básicas. Es el caso de la pena, que según Ekman (2010) sería un *argumento emocional*. En

este aspecto, la pena está seguida por una serie de emociones: tristeza, ansiedad, miedo o rabia. Existe otra posible acepción de pena, que sería generada de forma cognitiva o como el resultado de una combinación de emociones básicas.

La falta de un consenso sobre si existen emociones básicas o espacios emocionales continuos, junto con la dificultad para encontrar una definición exacta del concepto de emoción, obstaculiza el reconocimiento computarizado de emociones.

La recogida de datos fruto de procesos fisiológicos es, por el momento, la fase más fiable. De una manera más específica, podríamos decir que las emociones son el resultado de reacciones electroquímicas: las hormonas se esparcen por el encéfalo y, desde aquí, al resto del cuerpo.



**Figura 7.** Diagrama de la estructura cerebral. Junto con la amígdala, la corteza cerebral, la parietal del hemisferio derecho y la corteza orbitofrontal, ayudan a completar el proceso emotivo. Recuperado de <http://mural.uv.es/teboluz/index2.html>

La amígdala es considerada el punto donde se originan las emociones. Está formada por un conjunto de núcleos de neuronas localizadas en los lóbulos temporales (existentes sólo en vertebrados complejos y humanos). Su papel principal es el procesamiento y almacenamiento de reacciones emocionales. La información puede llegar a la amígdala de dos maneras: desde el tálamo (vía rápida), y por la corteza auditiva (vía lenta). Asimismo, la amígdala lateral es la encargada de recibir las señales de entrada y la central de las de salida.

La cadena de reacciones ante una situación de peligro o miedo es automática y está preprogramada. No es posible controlarla, y sólo se puede transformar mediante la adquisición de conducta.

Conseguir la simulación de emociones en sistemas inteligentes supone un paso decisivo hacia la perfección de estos mecanismos, ya que las emociones suponen el principio de la conciencia, así como un factor determinante de la conducta. Sin embargo, es necesario tener en cuenta la diferencia entre emociones y sentimientos: estos últimos son los que se perciben en la mente como consecuencia de una emoción.

No se puede tratar el tema de las emociones sin mencionar la inteligencia emocional. El propio término nos recuerda el nuevo enfoque de la inteligencia que, lejos de verse como un todo, se ha diversificado en varios tipos. Una vez asimilada la inteligencia emocional en los seres humanos se ha llevado a los sistemas artificiales. Podríamos decir que la inteligencia emocional es la encargada de equilibrar las habilidades emocionales. Esta definición, trasladada a arquitecturas informáticas, se traduciría como un sistema que expresa y puede tener emociones. Además los agentes sintéticos sabrían gestionar y controlar las emociones que expresan, y cómo utilizarlas de manera creativa.

Nos encontramos ante un concepto reciente, ya que fue acuñado en 1990 cuando Salovey y Mayer establecieron su definición en el artículo *Perceiving Affective Content in Ambiguous Visual Stimuli: A Component of Emotional Intelligence* (Percibiendo el contenido afectivo de los estímulos visuales ambiguos: un componente de la inteligencia emocional). En parte surgió como alternativa a la aceptación de inteligencias meramente cognitivas, poniendo en entredicho los tests de inteligencia. Para trasladarla al medio informático, Mayer y Salovey seleccionaron los principales conceptos utilizados en inteligencia emocional:

- Reconocimiento y expresión de las emociones. Tanto a nivel individual,

reconociendo nuestras propias emociones, como en otros individuos, esto engloba una serie de actividades más específicas como saber los objetivos del otro, sus prejuicios o sus intenciones. En este apartado entra en juego la llamada empatía, gracias a la cual somos capaces de ponernos en el lugar del otro para poder comprender de manera más profunda su situación.

- El control y gestión de las emociones. La inteligencia emocional, como se ha comentado anteriormente, se encarga de manejar nuestras propias emociones, controlándolas en aquellas situaciones en las que se requieran, como en momentos de estrés, ansiedad o miedo; igual que el autocontrol en situaciones de enfado desmedido que pueden desembocar en actos violentos. Esto se traslada también hacia los demás, comprendiendo las necesidades emocionales del resto de individuos.
- La utilización de las emociones. A nivel individual hacemos uso de las emociones para cumplir un objetivo (automotivación o autogratificación). Esto también puede ocurrir para motivar y ayudar a otros, y que así consigan sus objetivos.

Existen tres capacidades emocionales básicas, que resultan necesarias tanto en los seres humanos como en los ordenadores emocionales: reconocer las emociones, expresarlas y tenerlas. Sin estas tres premisas no se puede hablar de inteligencia emocional. Así, un agente sintético tendrá que saber reconocer emociones para poder relacionarse con otros ordenadores emocionales y con personas y, además, deberá saber cómo reaccionar ante ellas de manera inteligente, lo que implica demostrar cierta empatía. Se puede hablar también de las propiedades de comportamiento de un sistema de emociones como indica Rosalind Picard (1998):

- decaída de la reacción: las reacciones emocionales tienen un breve periodo de durabilidad y, a menos que no sea reactivada, su nivel bajará de manera

imperceptible.

- impactos repetidos: para lograr mayor intensidad de percepción de una emoción es necesaria su activación repetida.
- influencia del temperamento y la personalidad: son puntos determinantes en la activación y reacción emocional en las personas.
- la no linealidad: nuestro sistema emocional no es lineal, pero se puede aproximar para conseguir cierta gama de información y reacción.
- la invariabilidad con el tiempo: el sistema emocional humano puede ser adaptado para ciertas duraciones; utilizando el hábito, para periodos breves y, teniendo en cuenta el ritmo cardiaco y los ciclos hormonales, para fases más extensas.
- activación: para que la información consiga activar las emociones debe tener una intensidad suficiente. Factores como el estado de ánimo, la predisposición cognitiva y el temperamento forman parte de la intensidad emotiva.
- la saturación: llega un punto en el cual la emoción deja de incrementarse a consecuencia de la saturación del sistema.
- retorno de información cognitiva y física: las informaciones que forman parte del proceso pueden ser producto de procesos cognitivos o físicos.
- estado de ánimo de fondo: con este las emociones recibidas se prolongan en el tiempo. Las informaciones más recientes son las que mayor influencia ejercen sobre el estado de ánimo.

Detalles como la elección hacen que una persona se sienta mejor, algo que los creadores del diseño de software tienen en cuenta, y se traduce en dar opciones al usuario para que sienta el control.

La cuestión es: ¿cómo debe reaccionar un ordenador ante un usuario enfadado, triste o con ansiedad? La clave inicial, que demostraría un cierto grado de inteligencia emocional,

sería la multitud de posibilidades como solución al problema, observando al usuario y sus preferencias (reconocimiento) para seleccionar las mejores respuestas que se puedan ofrecer. Es importante también la compilación de experiencias pasadas y la relación de las mismas.

Podría observar que una emoción negativa que está observando ahora se parece a las que en otras ocasiones ha observado a la misma hora de la tarde, cuando poco después el usuario se ha retirado por la noche. Por lo que se sabe, el usuario no tiene ningún compromiso urgente. Por consiguiente, el ordenador decide interrumpirlo y educadamente sugerir que se hace tarde y que tiene una cita temprano al día siguiente. Cuando el usuario se haya retirado, el ordenador podría estudiar con más detalle las posibles opciones que existan la próxima vez que ocurra el mismo caso negativo. (Picard, R. 1998, p. 107)

Estaríamos aquí ante una interrupción del mecanismo interno de funcionamiento para implementar una actuación de tipo emocional y conseguir así una mayor eficacia de actuación. Sin embargo, los primeros mecanismos en cumplir los parámetros expuestos se enfrentan a una serie de problemas; de hecho, muchos expertos en la materia establecen una comparación entre el *modus operandi* de estos ordenadores y las personas con autismo. En ambos casos existe una gran capacidad de compilación y memorización de datos; sin embargo los medios informáticos carecen, en mayor o menor medida, de inteligencia emocional. Resulta complicado que un ordenador reconozca que una situación de tristeza se parece a otro caso muy diferente, pero que genera la misma emoción. Para poder implementarla en arquitecturas inteligentes, la investigación en inteligencia emocional implica avances en enfermedades como el autismo o el síndrome de Áspergen. En la actualidad existen una serie de robots creados para intentar superar estas enfermedades, como el caso de Kismet, que se analizará con detalle más adelante (capítulo 2.8: Percepción Mecánica).

Pese a las similitudes entre hombre y máquina, a la hora de resaltar las deficiencias emotivas de ambos existe un condicionamiento fisiológico que marca la experiencia emocional en uno y otro. Esta distinción es necesaria para la empatía: es más sencillo para un ser humano comprender el estado emocional de un semejante debido a que poseemos cuerpos y cerebros parecidos; por tanto, las experiencias emocionales serán distintas en un sistema inteligente debido a las diferencias fisiológicas y de consciencia.

Las normas sociales son un factor a tener en cuenta a la hora de tratar la emoción en agentes racionales no vivos. Gracias a ellas regulamos las interacciones de los individuos, apareciendo el concepto de moral. Estas reglas se pueden adaptar a la relación que establecemos con las máquinas. En nuestra propia sociedad no se generan directrices universales: varían dependiendo del colectivo, como las diferencias entre adultos y niños, distintas culturas, etc. En las relaciones entre ordenadores, sin embargo, se estipulan unas normas concretas, diferentes a las que se establecen en las relaciones entre yghumanos.

En lo referente a la llamada *salud mental*, aunque para ello se recurra a la inteligencia emocional, es más fácil de conseguir con los ordenadores debido a su naturaleza: su memoria puede ser reemplazada o restaurada, por lo que las experiencias traumáticas pueden ser eliminadas sin dejar rastro alguno. Pese a que los investigadores partieron bajo esa premisa, han intentado mejorar esta solución para que no sea tan drástica, ya que borraría completamente la experiencia adquirida hasta el momento. Se trabaja en una reparación, para corregir las reacciones con la forma de aprendizaje adicional.

### 3.2.1. Mezcla de Emociones

La amalgama emocional se puede llevar a cabo de diferentes formas. Por una parte, se pueden alternar un estado y su opuesto sin que se den de manera simultánea: esto ocurriría con el amor-odio, dos sentimientos opuestos que se alternan en un ir y venir de emociones



(lo mismo sucedería con la tristeza y alegría). Existe, por otro lado, la sensación de estar viviendo al mismo tiempo varios estados (emociones mixtas). Por ejemplo, al ganar una competición se dan una serie de factores como el estrés, la alegría por haber ganado, la tristeza porque ha finalizado la competición, el asombro por haber superado a los rivales, la preocupación por el estado físico, etc. En este tipo de situaciones, la coexistencia de diversas emociones comparte las reacciones fisiológicas, que se pueden dar al unísono. “De acuerdo con este razonamiento, podemos predecir que una emoción primaria como el miedo, que se inicia en la amígdala, puede coexistir con un estado de generación cognitiva como la anticipación, aunque un miedo intenso probablemente anule cualquier emoción cognitiva” (Picard, R. 1998, p. 211).

La modulación corporal es otra de las señales de comunicación afectiva. Un ejemplo de ello sería la voz, las muecas, las posturas corporales, la contracción de los músculos faciales, etc. Los ordenadores son capaces de modelar estados emocionales para la síntesis y reconocimiento de los mismos. La mayor parte de ellos se basan en reglas, es decir, modelos conexionistas. Pero, sin duda, la identificación de la expresión facial se produce gracias a sistemas tradicionales que utilizan imágenes digitalizadas o, como método más eficaz, secuencias de vídeo de corta duración.

El Sistema de Codificación de Acciones Faciales (FACS, 1978) de Paul Ekman (2010) ha sido uno de los pilares básicos de los modelos de captación facial citados hasta ahora. Este sistema explica cómo la contracción de cada músculo del rostro (de forma individual o en interacción con otros músculos) cambia la apariencia del semblante.

El reconocimiento de expresiones faciales a través de vídeos implica la captura de patrones espaciotemporales de los cambios en determinadas partes del rostro o en su conjunto, así como la asignación de un estado emocional a determinados patrones observados.

Alex Pentland e Irfan Essa (1997) (del Laboratorio de Medios del MIT y del Institute of Technology, respectivamente) han conseguido mejorar el modelo de Ekman (2010) resolviendo dos de los problemas que presentaba el modelo FACS:

- las unidades de acción son sólo patrones espaciales, sin embargo los patrones motores de la cara pueden incluir efectos de coarticulación.
- la mayoría de las acciones del rostro ocurren en tres fases: aplicación, paralización y relajamiento.

El modelo FACS no incluye componentes temporales: al permitir que incluyan patrones no espaciales e información temporal, han logrado que los ordenadores reconozcan la expresión facial en un vídeo (Essa y Pentland, 1997). El modelo contiene los datos geométricos referentes a la forma del rostro y la información física de los músculos faciales.



**Figura 8.** Lista de las seis emociones humanas básicas (1972), Paul Ekman.

Ira, miedo, repugnancia, sorpresa, felicidad y tristeza.

Recuperado de <http://www.happinessworks.com/blog/2013/11/11/humans-of-organizations/>

Yaser Yacoob y Larry Davis (1996) (Universidad de Maryland) han desarrollado otro modelo de reconocimiento de expresión facial. Este también utiliza plantillas de energía, usando una combinación de bases completas y pequeñas, integrándolas con reglas para

obtener expresiones. La ira se caracteriza por un movimiento descendente de las cejas, al tiempo que se aprieta la boca. Este método se ha comprobado para la expresión de miedo, ira, tristeza, felicidad, disgusto, sorpresa y guiño de los ojos. “Llevado a cabo en 32 personas, con un total de 116 expresiones y 106 guiños. El índice de reconocimiento fue de aproximadamente el 65% para los guiños y 80% para las expresiones afectivas” (Piccard, R. 1998, p. 206). Estos modelos presentan una serie de problemas o carencias, como la sensibilidad a la luminosidad, ya que ésta debe ser más o menos uniforme; por otra parte, el rostro del sujeto debe colocarse de manera adecuada para que sea fácilmente localizable en el vídeo.

El reconocimiento continuo de las expresiones es, quizás, el problema más importante. Una serie de expresiones faciales, como por ejemplo la combinación de aspecto de sorpresa, sonrisa y ceño fruncido, deben ser separadas por estados neutros (con energía cero). Ocurre lo mismo en el reconocimiento del lenguaje hablado, en el que se deben localizar las separaciones de las palabras y, en el caso que estamos comentando, la separación de las expresiones.

La representación física de las emociones juega un papel importante en el estado afectivo interno, tanto del emisor como del receptor. De este modo, en los ordenadores debería producirse una situación similar: cuando un ordenador capta una sonrisa, es posible que este reconocimiento influya en su estado afectivo interno.

El temperamento es otro factor a tener en cuenta en este tipo de modelos. La expresión facial depende, en gran medida, de la fisiología de cada persona y, a su vez, del temperamento. Kagan, Snidman, Arcus y Reznick (2013) realizaron estudios con niños extrovertidos e inhibidos. Los introvertidos poseían un menor grado de expresividad facial, debido a una mayor tensión muscular. Por lo tanto, para un correcto y completo reconocimiento de la expresión del rostro por parte de sistemas de computación, debería

analizarse la gama gestual del usuario. Tanto los modelos de reconocimiento de expresión facial como los de reconocimiento de entonación vocal y afectiva funcionan localizando conexiones entre los patrones, las señales y las categorías emocionales.

### 3.2.2. El Modelo Cognitivo de Ortony, Clore y Collins (OCC)

Estos tres autores publicaron en 1988 *La estructura cognitiva de las emociones* en el que se establece un modelo de apreciación cognitiva de las emociones, más conocido como OCC (Ortony, Clore y Collins). Ortony y sus colegas consideraban que no era necesario que las máquinas tuvieran emociones, pero sí que los sistemas de inteligencia emocional supieran razonarlas, especialmente para la correcta comprensión del lenguaje natural, la resolución cooperativa de problemas, así como la planificación. Para ellos, las emociones son derivados de reacciones positivas o negativas ante situaciones que pueden venir dadas por objetos, sujetos o eventos.

Este modelo es básico en el campo de la I.A., ya que ha sido el primero en establecer una serie de parámetros con un bajo grado de dificultad para poder implementarlo en ordenadores. El OCC sintetiza las emociones, tomándolas como resultado de situaciones. Este incluye eventos, objetos y agentes; y lo más importante, permite que las emociones generen otras adicionales, o que produzcan las mismas de forma repetida, lo que es un hecho novedoso. En la actualidad, el campo de las emociones con sistemas inteligentes persigue incluir matices en los comportamientos emotivos.

En el caso de emociones que generan otras adicionales, puede darse una situación de incapacidad para soportar un estado intenso, lo que puede provocar emociones nuevas. Es el caso de una persona desaparecida: sus familiares estarán angustiados hasta que aparece y, entonces, brotarán lágrimas de alegría. Comprobamos que un estado positivo de gran intensidad puede manifestarse con una reacción física asociada a estados negativos.

Algunas veces en las que ocurre el otro caso mencionado, la generación de emociones de forma repetida, la incapacidad de sobrellevar un estado emocional negativo tiene como consecuencia el desarrollo de más emociones negativas. Una persona que esté intentando aprender a controlar su ira y se encuentre en una situación de ira extrema, se enfadará consigo misma por seguir siendo incapaz de controlarla. Al enfado inicial habrá que sumarle el provocado a raíz de este, por no lograr mantener a raya su estado.

Existe un caso, sin embargo, que no está en el modelo de Ortony, Clore y Collins (1988): las situaciones emocionales negativas, que pueden dar lugar a estados positivos. Una persona tiene dificultades para expresar sus emociones debido a haberse educado en un entorno donde el acto de llorar era considerado como una muestra de debilidad. Con el tiempo, ante una situación dolorosa, esta persona se dará cuenta de que llorar es sano aunque le cueste trabajo. Cuando por fin logra soltar unas lágrimas se encuentra bien por la liberación que supone; pero esta alegría es doble, ya que también se siente satisfecho por haber superado su incapacidad.

En resumen, el modelo OCC (1988), aparte de razonar sobre las emociones y la generación cognitiva de las mismas, tiene en cuenta las consecuencias emocionales relevantes, como la experiencia subjetiva o la asociación positiva o negativa, con un valor asignado a cada situación. Esto permite que una persona se pueda recuperar cuando esté en un estado de ánimo que se corresponda con esa asociación. Como se ha comentado anteriormente, estos son matices que se acercan más a la experiencia emocional humana.

El modelo citado es un mecanismo basado en reglas para poder generar emociones de forma cognitiva; pero debemos tener en cuenta que, en los seres humanos, las emociones son generadas mediante el razonamiento explícito, pero también mediante influencias no cognitivas, muchas veces englobadas como “físicas”. Esto se debe a que son asociados a fenómenos corporales. Existen modelos que funcionan mediante el razonamiento cognitivo

(como es el caso del OCC), pero con mecanismos adicionales inspirados en el sistema emocional humano para la generación de emociones.

Carroll Izard (2009) ha propuesto cuatro tipos de productores emocionales en los seres humanos, con lo que ha inspirado el nuevo modelo conexionista de la síntesis emocional llamado Cátesis (Velásquez, 1993):

- **neural:** intervienen los neurotransmisores y otros procesos neuroquímicos. Estos procesos son independientes y varían según factores como el sueño, la dieta, las hormonas, la medicación, etc.
- **sensoriomotor:** en este caso, son la postura corporal o la expresión facial los que intensifican un estado emocional. En algunas ocasiones también son capaces de generar nuevos estados emotivos.
- **motivacional:** se caracteriza por efectos llevados a cabo por provocaciones sensoriales, como la ira provocada por el hambre o el dolor.
- **cognitivo:** es el razonamiento cortical, implementado por una adaptación de la teoría de Roseman.

La Cátesis es otro de los ejemplos mencionados anteriormente que consiste en una constelación de protoespecialistas, como los agentes de Minsky en La Sociedad de la Mente (Minsky, 1985).

Cada protoespecialista representa un tipo de emoción básica, que recibe los datos de cuatro productores, así como de otros protoespecialistas. Cada protoespecialista puede influir sobre el comportamiento resultante de las emociones. Por ejemplo, la alegría puede inhibir la ansiedad, y activarla esperanza. Ya que los protoespecialistas implementan tanto estados emocionales como estados no emocionales, resulta fácil que las emociones se relacionen con el físico; por ejemplo, la pena aumenta el agotamiento y

disminuye el hambre. El resultado es un modelo distribuido cuasi conexionista capaz de sintetizar varias emociones de forma simultánea. (Piccard, 1999, p. 253)

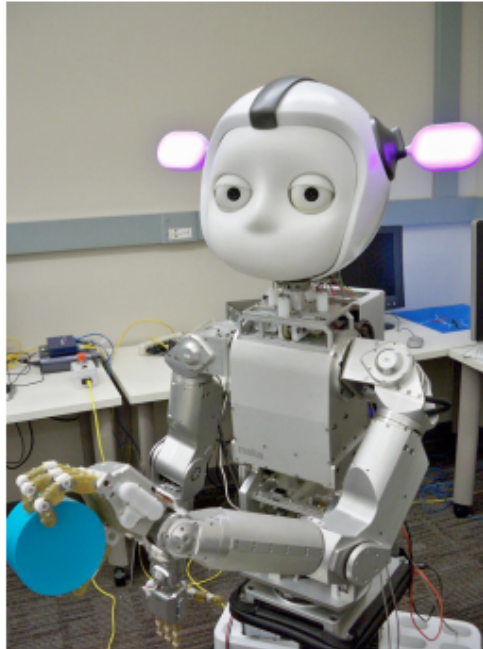
A diferencia del modelo OCC, donde la estructura de las reglas es diferente para cada emoción, Cátesis cuenta sólo con una. La regla contiene términos que toman los valores específicos de los protoespecialistas, pero con igual forma para la intensidad emocional de cada uno. Lo que sí tienen como denominador común estos dos modelos es que si la intensidad rebasa una frontera que poseen predeterminada, el protoespecialista produce su valor para influir sobre el comportamiento y sobre los otros protoespecialistas; además, cada uno tiene su propio nivel de saturación. Todo esto contribuye a que sean modelos no lineales.

El sistema de comportamiento consiste en una red de acciones, como escapar o poner cara de miedo. Cada una consta de una expresión (cara de sorpresa) y una experiencia (tener miedo). Las conductas emocionales compiten por el control, y su valor está definido por una combinación lineal de mecanismos de liberación, concepto etológico que hace alusión a las motivaciones y emociones internas, así como a estímulos externo, como la presencia de un amigo o un enemigo. Por ejemplo, una combinación de alegría y presencia de un amigo podría provocar el abrazar a la persona.

### 3.2.3. Simon

El nombre de este robot engloba la implementación del modelo *Cátesis*. Se trata de un agente sintético que representa a un niño humano. *Simon* posee protoespecialistas para seis emociones básicas: ira, felicidad, disgusto, sorpresa, miedo y tristeza. También para cinco situaciones físicas: cansancio, hambre, sed, interés y temperatura. El temperamento de *Simon* viene dado por los ajustes de fronteras e índices de decaída. Se trata del primer.

ejemplo completo de procesos informáticos que incorpora una aproximación de todos los mecanismos principales y necesarios para la síntesis de emociones humanas. Es considerado como un gran paso en el camino hacia el desarrollo de un sistema informático emocional completo



**Figura 9.** Robot *Simon* (2008). Andrea Thomaz.  
Robot diseñado para estudiar la interacción  
persona-robot.  
Recuperado de <http://www.fayerwayer.com/2009/08/simon-el-robot-disenado-para-estudiar-la-interaccion-persona-robot/>

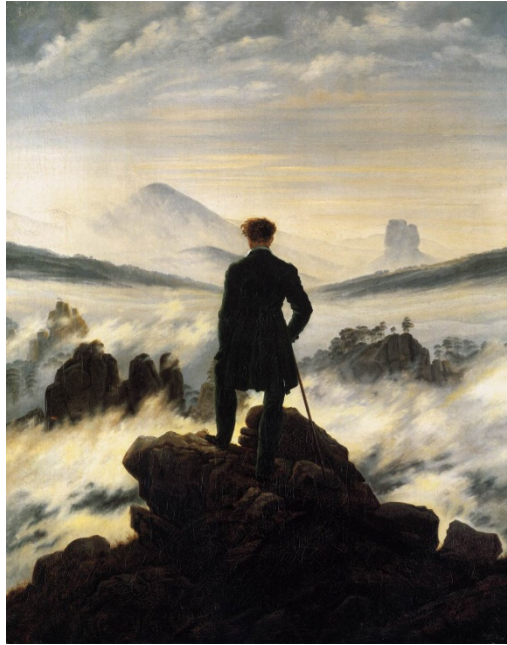
### 3.3. EMOCIÓN, QUE NO SENTIMIENTO

A finales del siglo XVIII surgió el movimiento conocido como Romanticismo, caracterizado por considerar la exaltación de los sentimientos, emociones y pasiones humanas como lo más sustancial de la condición humana. Pero el peso más grande del siglo XX fue la crítica a la razón.

Junto con Freud, Edmund Husserl (2001) tendrá un papel vital en la transformación del ser racional al ser de los sentimientos a través de la fenomenología. Esta significaba un método que partía de la descripción de entidades y cosas, presentes en la intuición



intelectual, que logra captar su esencia pura. Pero ambas metodologías, la fenomenológica y la del psicoanálisis, buscan indagar en la conciencia. El hecho de que los dos métodos desemboquen en el estudio de la conciencia demuestra que está íntimamente ligada a los sentimientos y, en segundo término, a la razón.



**Figura 10.** *El caminante sobre un mar de niebla* (1818), Caspar Friedrich

La representación del paisaje en este tipo de cuadros funciona a modo de proyección de los sentimientos humanos. Así mismo, el hecho de que la figura humana esté de espaldas, simboliza la disolución del individuo en el todo cósmico.

Recuperado de <http://www.filosofiayttragedia.com/textos/silencio.html>

Algunos autores del siglo XIX abrieron la corriente de pensamiento que desembocaría en Freud y Husserl. Fueron Nietzsche, Kierkegaard y Marx los encargados de la aceptación y conocimiento del término razón en el siglo XX según una concepción occidental. Los tres autores comulgan en considerar la razón como única y absoluta, aunque con diferentes matices. Marx abogaba por el control de la razón mediante la economía. Pero lo que aportaron estos tres pensadores respecto a la razón fue su superación, cuya abolición era necesaria como criterio supremo de validez para continuar, así, con el desarrollo de la vida real de los hombres.

Esta crítica hace referencia a la razón ilustrada. La Ilustración se caracterizó por una definición de la realidad estrictamente científica, en parte debido a la pugna contra la corriente de pensamiento religioso. Pero esta dicotomía de pensamiento se inicia ya con Sócrates, por lo que podríamos tomarlo como figura representativa del inicio de la Ilustración.

Ya desde la antigua Grecia arte, ciencia y filosofía comulgaban con la religión; de lo contrario se incurría en la llamada *asebeia* (impiedad), que era castigada con la muerte. La Edad Media prosiguió con esta línea de pensamiento en favor de la religión.

Es el tránsito de un presuntuoso sentimiento de soberanía absoluta de la razón a un sentimiento de modestia ante la finitud de la existencia y, consiguientemente, de la razón. No es de extrañar la explosión de necesidad hiperracional, para luchar contra el dominio religioso. El paso de la racionalidad ilustrada a la postmoderna hegemonía de la hermenéutica no es el abandono de la racionalidad propia del hombre para vagar irracionalmente por las rutas de los sentimientos. (Choza, J. 2011, p.22)

Tras la crítica de la razón ilustrada como contrafuerte al pasado de tintes religiosos, dos de los filósofos mencionados anteriormente, Scheler y Heidegger (2011), definen a principios del siglo XX la conciencia y autoconciencia humana. Constituida por los sentimientos y afectos, representa el comienzo del conocimiento y comportamiento humano, lo que nos viene a decir que sin sentimiento no hay conciencia. ¿Cómo se traduce esto en I.A.? Para resolver esta cuestión convendría empezar por definir el término sentimiento, que podría interpretarse como aquello que se perciben en la mente como consecuencia de una emoción. Es subjetivo, mientras que las emociones son acciones programadas por homeostasis, mediante la cual los seres vivos regulan su ambiente interno.

Lo que sí se ha conseguido es relacionar los sentimientos y la inteligencia, que se rige

mediante la vida emocional. Los sentimientos nos proporcionan mecanismos para que podamos distinguir, de manera consciente y subconsciente, lo que es importante. Actúan a modo de señales portadoras de información, al mismo tiempo que indican a otros procesos cómo reaccionar.

Otro de los matices que se debe tener en cuenta respecto a los sentimientos es la modulación cultural, existiendo, a simple vista, una gran diferencia entre orientales y occidentales (los primeros son más reacios a mostrarlos de manera abierta y directa). Así pues, se deben considerar los sentimientos como un producto cultural.

### 3.3.1. Historia de los sentimientos

El concepto de sentimiento fue acuñado en la Grecia clásica, con dos cambios históricos posteriores: en el Renacimiento (siglos XV y XVI) y más tarde en el Romanticismo (finales del siglo XVIII y XIX). Pero antes de su creación, en la Grecia de Homero existían otras concepciones como *hybris* y *eros*, que personificaban el término que surgió más adelante. Aparecieron también las deidades en clave de tótem, personificaciones de fuerzas y pasiones que relacionan a los individuos comunicándoles su virtud. Pero es la *polis* la que marcó una antes y un después a través de la instauración de una serie de leyes que suplantarían, en cierta medida, la fuerza física reinante hasta el momento. El ciudadano pasa a ser valorado por su lenguaje y como ser racional. Surge el concepto de naturaleza humana, quedando las fuerzas sobrenaturales de héroe ubicadas dentro de lo que llamamos pasiones.

Con esta nueva perspectiva el hombre es considerado un ser racional. Esta razón actúa a modo de control de las pasiones para lograr un equilibrio y armonía a nivel individual y social. Más tarde, con Sócrates, se afianza la sustitución del hombre heroico, que domina a través de la fuerza física, por el individuo que controla su fuerza y pasión a través de la razón, el modelo de hombre sabio que Platón buscaba.

Las leyes de la polis ayudaron a este proceso de cambio, ya que todo aquel ciudadano incapaz de controlar sus pasiones era expulsado de la polis, tomado como delincuente y borracho. Pese a que la antigua polis y su conjunto de leyes son el antecedente directo de nuestro sistema organizativo social, existían claras diferencias: los sentimientos se correspondían a una clase social determinada, ya que en el antiguo sistema social de clases se excluía a extranjeros y mujeres (entre otros) como ciudadanos.

Estas distinciones sociales inician la heredada clasificación de sentimientos (según fuese un hombre, una mujer o un niño) imperante hasta el momento actual.

Más adelante, la doctrina tomista considerará los sentimientos como poco importantes, al otorgarles la condición de ser moralmente neutros. Son irrelevantes, lo que importa son las acciones. Siguiendo esta línea, los socrático-platónicos abogaban por el control de las pasiones a través de la razón. Aristóteles apoya la división del trabajo intelectual. Este prestigio de lo mental se extiende por toda la Grecia clásica y Roma y, por consiguiente, al mundo antiguo en general.

Los estoicos añadirán al concepto de control de pasiones a través de la razón la llamada *ataraxia* (término griego que se traduce como ausencia de turbación), mediante la cual se conseguía el equilibrio emocional a través de la supresión de las pasiones, admitiendo sólo algunas como la vergüenza, la compasión o la empatía. No será hasta el siglo XII cuando la concepción de sentimiento dé un giro radical, adquiriendo una importancia social y cultural. Todo esto ocurre en el marco social de una Europa que empieza a generar un tejido urbano, donde proliferan las vías de comunicación y, consecuentemente, el comercio. Gracias a esto tiene lugar el nacimiento de la universidad, la banca y ciertos derechos. Este resurgir de Europa culmina con el nacimiento de la burguesía y de las ciudades. Comienza a forjarse el concepto de individualidad, con lo que los sentimientos se van exteriorizando. Es entonces cuando prolifera la poesía de trovadores, haciendo hincapié en los temas amorosos. Un

hecho que demuestra la especial importancia del amor es que a partir del siglo XII es cuando se empiezan a admitir matrimonios unidos a través de un sentimiento amoroso y no concertado. A partir de ahí comienzan a surgir personajes como Romeo y Julieta, Tristán e Isolda o Calisto y Melibea, estandartes que llegan a ser iconos universales de la exaltación del amor. En la época clásica era impensable que un sentimiento llegase a tener la relevancia de configuración biográfica, condicionamiento socio-económico, e incluso desencadenante de luchas. Ya en el Renacimiento se aboga claramente por el hombre libre, que expresa sus sentimientos.

La modernidad, con la proliferación de las ciudades, la burguesía, las leyes y los derechos de los ciudadanos, apuesta por una concepción platónico-estoica de los sentimientos, por su represión a través de la razón. Con Descartes, el control de los procesos afectivos comienza a realizarse de una manera mecánica, científica y racional. Este sostén de la elección de comportamiento a través de la razón fue reforzado a través de la reducción de religión a moral.

De nuevo en el siglo XIX, se produce una vuelta al concepto que se tenía en el renacimiento respecto al término que se está tratando, pero esta vez de manera reforzada. Se hace especial hincapié en el nacionalismo, el liberalismo y el socialismo. Se produce una necesidad de regeneración de lo nacional y lo social a través de los sentimientos y, por consiguiente, de la realización personal. El amor vuelve a ser el protagonista de la novela del siglo XIX, con un subtema derivado: el adulterio. Los nuevos Romeo y Julieta del XIX serán Madame Bovary o Ana Karenina. La máxima expresión de lo sentimental lo encontramos en esta época; según Jacinto Choza, “el orden del sentir y del querer, es lo que determina el orden del pensar, del actuar y del ser” (Choza, J. 2003, p.35)

Se empieza a ver la luz, por así decirlo, tras milenios de represión y anulación de las pasiones y sentimientos, en parte debido a la moral cristiana. Es, pues, en el siglo XX

cuando se produce una crítica al concepto de razón de la Grecia clásica y la Ilustración, considerándola como parte de la inteligencia, al igual que los sentimientos.

Actualmente nos encontramos ante una liberación controlada del individuo que, pese a ser considerado un animal racional, es también artístico y sentimental. Esta comunión de lo racional y lo simbólico se traduce en la creación de algo tan aparentemente técnico como la I.A., a la que se llega de una manera completa a través de la emoción.

### **3.3.2. Condicionamiento cultural afectivo**

La afectividad se toma como un hecho biopsicológico que adquiere significado a través de símbolos culturales. La modulación cultural es también la que distingue las conductas afectivas entre animal y hombre. Sin embargo, es en expertos como Kemper donde encontramos la tesis opuesta, al considerar las emociones como fenómenos biológicos. Las emociones tienen un carácter prefijado; su basicidad queda grabada mediante estructuras neuronales, que serán las que conforman las futuras emociones. Panksepp (2012) sigue esta línea de pensamiento, recalando que una emoción es básica debido a su respuesta a mecanismos neuronales predeterminados por la evolución.

Desde el punto de vista en el que convergen Kemper y Panksepp (2012), son las características neuronales las que conforman el carácter universal de las emociones. Bajo esta perspectiva, el estudio de las mismas se realiza a través del análisis de los mecanismos neuronales. Las expresiones faciales son un claro ejemplo: según Ekman (2010) son el fundamento fisiológico sobre el que descansan las emociones básicas ya que, por ejemplo, una expresión de miedo en el rostro es reconocida e interpretada con el mismo significado por todas las culturas, con lo que nos encontramos ante expresiones emocionales innatas que van más allá del constructo cultural. Una muestra de ello es la actividad facial de los bebés: desde su nacimiento sonríen o lloran de manera instintiva, sin necesidad de aprendizaje.

Todo esto se encuentra en estrecha relación con el darwinismo y con los mecanismos de supervivencia.

Las emociones secundarias se derivan de las básicas. Para Kemper (2012), aquellas sí que están condicionadas socialmente; parten de las básicas, pero van más allá al adquirir significados mediante los condicionamientos lingüísticos y la interacción social.

Por otro lado, Turner (2011) sostiene que las emociones secundarias son una mezcla de las básicas; estas son comunes con los animales, siendo las secundarias propias de los humanos. Desde un punto de vista neuronal, lo específicamente humano viene condicionado por la modulación de las emociones, es decir, todo aquello que atañe a su intensidad o la mezcla entre sí. Por ejemplo, la nostalgia, como mezcla de desilusión y tristeza; la melancolía, como resultado de mezclar la satisfacción y felicidad con el desencanto.

Dentro de las líneas conceptuales de variabilidad cultural en el campo emocional, Geertz (2010) propone una concepción estratigráfica, en la que el hombre sería el resultado de la superposición de distintos niveles: biológico, psicológico, social y cultural. Así, las emociones pueden ser estudiadas también en cuatro niveles organizados estratégicamente, cuya importancia comienza por el elemento neurológico, seguido del psicológico, que conformarían la base común a las diferencias socioculturales. La base biopsicológica es común a todos los individuos, y es de carácter universal; pero la denominada biología humana no es otra cosa que un producto de nuestra cultura. En esta línea de pensamiento, Averill (1980) considera las emociones como entes condicionados culturalmente: “las emociones no son sólo remanentes de nuestro pasado filogénico, ni pueden explicarse en términos estrictamente fisiológicos. Más bien, son construcciones sociales, y sólo pueden ser comprendidas plenamente en un nivel social de análisis” (Averill, J., 1980). Es también importante para este autor el concepto de rol, que define como “conjunto de respuestas socialmente prescritas a seguir por parte de una persona en una situación dada” (Averill, J.,

1980). El que se enfada o enamora asume un rol social ya establecido, independientemente de las condiciones fisiológicas del estado. Se puede considerar, pues, la emoción como un conjunto experiencias subjetivas, reacciones expresivas, conductas condicionadas por el estado emocional, etc.

### 3.4. SERÍAMOS MÁQUINAS PENSANTES

El título de este capítulo hace referencia a la negación de las emociones que se ha llevado a cabo a lo largo de la historia. Sin la emoción seríamos almas frías, carentes de deseo, como robots, máquinas pensantes; sería entonces más fácil explicar, desde este postulado, la I.A. Pero el tema a tratar en este apartado no sólo se toma como diferenciador entre hombre y máquina, sino también entre animal y hombre. Descartes consideraba que la mente y la consciencia iban de la mano: sin la una no existiría la otra. Freud en cambio, junto con los cognitivistas, ayudó a restablecer un vínculo mental entre hombre y animal, ya que, al contrario que Descartes, consideraba el inconsciente como el lugar que alberga los instintos primitivos y las emociones. Esta negación ya aparecía en *Fedón*, diálogo del filósofo griego Platón, interpretando las pasiones, temores y deseos como aquello que nos impide pensar.

La teología cristiana continúa esa línea de negación: iguala las emociones a los pecados, tentaciones contra las que luchar por medio de la razón y la voluntad. Esta condición se extrapola también al plano jurídico, ya que el sistema regula la pena de los delitos basándose en su naturaleza pasional o premeditada.

Este recorrido general de la negación de emociones sigue hasta la actualidad a través de la corriente cognitivista, que pretende comprender cómo llegamos a conocer el mundo que nos rodea sin tener en cuenta las emociones.

Dentro de las posibles complicaciones que puede acarrear el intentar definir conceptos tan abstractos como la creatividad y las emociones, el campo en el que están enmarcadas



dentro de esta tesis, la I.A., conlleva un mayor riesgo. Este término es duramente criticado debido a la ambigüedad de las palabras que lo conforman, que a simple vista se contraponen.

La cualidad de inteligencia es propiamente humana. Incluso es considerada como elemento diferenciador entre los animales y las personas. Si a este término le sigue el de artificial, entonces es cuando llegamos a la cúspide del problema.

Si tomamos el camino de investigación de Antonio Damasio (2009) nos daremos cuenta de que las emociones, la inteligencia y, en general, toda esta terminología referente a la mente y, por lo tanto, a un “más allá” de lo meramente corporal son en realidad consecuencias producidas por actividades fisiológicas del cerebro y del sistema nervioso, por lo que la capacidad de reproducir las actividades cerebrales es posible.

William James (1884), en respuesta a su artículo *What is emotion?*, concebía las emociones como una secuencia de sucesos que comienza con un estímulo y finaliza con un sentimiento apasionado, una experiencia emocional consciente. En este proceso existen ciertas incertidumbres respecto al orden de los factores: estímulo-sentimiento-respuesta, o estímulo-respuesta-sentimiento. A modo de ejemplo, si nos encontramos con un león, tendremos un sentimiento de miedo y, como respuesta, empezaremos a correr. Pero, para James, la opción correcta es: pensar que al ver el león, como respuesta, nos ponemos a correr y, por lo tanto, el correr huyendo del león es lo que nos provoca el sentimiento de miedo. A través de este ejemplo se demuestra la necesidad de las emociones como elemento de supervivencia, siendo esencial e imprescindible en el reino animal y humano.

Si volvemos a la sucesión de acciones que originan la emoción, cabe destacar el concepto de evaluación cognitiva: se trata del período que se extiende entre el estímulo y la respuesta.

¿Cómo? sería la siguiente pregunta. Aunque la respuesta es compleja y extensa, partamos de la base de que los diez mil millones de neuronas del cerebro humano se activan mediante chispas eléctricas y cambios químicos entre ellas. Este componente eléctrico, fruto de un

proceso biológico, es en realidad electricidad, por lo que no es difícil contemplar su implementación en un sistema artificial.

Dentro de las similitudes entre los procesos mentales de un ordenador y del intelecto humano se encuentra la lógica y el cálculo. Aristóteles analizó la relación entre estos dos procesos, que finalmente han desembocado en la llamada *Revolución de la Lógica*: unión de las matemáticas y la computación. Los ordenadores tienden a explorar datos *de manera inteligente*, transfiriendo información de las bases de datos a las bases de conocimiento, que están interconectadas a través de la Red.

Aparte de la explicación de la congruencia de los términos inteligencia y artificial, contemplados desde un punto de vista fisiológico, existe otro tipo de asimilación de relación de los dos vocablos. Si echamos un vistazo al pasado, remontándonos a principios del siglo XX nos topamos con el nacimiento del automóvil. Este mecanismo implicaba una actividad propia de un ser vivo: el automovimiento. Sin embargo, el tiempo y su consumo produjeron una asimilación total del vehículo y hoy en día nadie se cuestiona el que una máquina realice una actividad propia de un ser vivo. Seguramente ocurrirá lo mismo con la I.A. una vez se consuma de manera cotidiana y esté totalmente integrada en nuestro día a día: nadie cuestionará su posibilidad. Se trata de una solución a través de la cotidianidad.

La teoría de Aristóteles, que versaba acerca de que la memoria guarda datos literales y el entendimiento los razona siguiendo las leyes de la lógica, se perpetuó en el Renacimiento con Descartes y los filósofos posteriores, hasta llegar al siglo XX. Esta idea de funcionamiento de interactividad del individuo con el medio se amolda también a la disciplina informática tratada.

Una serie de experimentos llevados a cabo en los laboratorios de Bell reflejaron que las personas prefieren ver a sus interlocutores, pero también a sí mismos. Este hecho es conocido como simetría en la percepción (ver una imagen de lo que el otro ve, aunque sea

en tamaño reducido) y se ha llevado a cabo en los sistemas actuales de videoconferencia.



**Figura 11.** Facetime (2010). Apple Inc.

Aplicación de móvil para realizar videoconferencias. Este sistema permite ver la imagen del emisor e interlocutor simultáneamente. Recuperado de <https://gigaom2.files.wordpress.com/2011/01/facetime-camera-back-20101221.png>

Se traduce en las emociones que percibe el sistema inteligente por nuestra parte, la posibilidad de que veamos cuál es la emoción que el ordenador está percibiendo de nosotros mismos. Pero, además de la relevancia de saber qué es lo que está percibiendo el sistema de nosotros, existe otro punto esencial: el autoseguimiento. Este proceso superior, es un concepto básico en un sistema que vaya a desarrollar inteligencia emocional. Un ejemplo de la importancia del autoseguimiento está en la arquitectura a tres niveles de Sloman (2006).

Aaron Sloman (1936), filósofo británico que trabaja en la Universidad de Birmingham, fue uno de los pioneros en el estudio de la computación sobre ordenadores emocionales. Sloman, junto con Luc Beaudoin, Ian Wright y Brian Logan, ha propuesto y detallado una arquitectura para las emociones humanas. Aunque no ha sido implementada en los ordenadores sí que se ha tenido en cuenta para llevar a cabo la síntesis de emociones en I.A. Sloman (2006) sostiene que los seres humanos adultos poseen tres niveles arquitectónicos en sus cerebros:

- reactivo: pertenece a la edad evolutiva más antigua. Los animales que poseen sólo este nivel presentan un comportamiento previsible y sencillo. Esta categoría

detecta elementos en el ambiente y pone en marcha procesos de tipo automático. Es capaz de aprender algo pero no de planificar.

- **deliberador:** es capaz de planificar, valorar opciones, tomar decisiones y asignar recursos. Las emociones envueltas en el cumplimiento o incumplimiento de objetivos también se encuentran en esta escala. A pesar de la flexibilidad del nivel deliberador, se pueden mejorar sus comportamiento mediante un nivel superior que controle el impacto de su funcionamiento a largo plazo.
- **autoseguimiento:** impide que ciertos objetivos interfieran entre sí y busca una mayor eficacia para la operación, la elección de estrategias y la asignación de recursos del nivel deliberador. Sloman (2006) sostiene que emociones como la pena, la humillación o la vergüenza, son fruto del autoseguimiento.

La perturbación es uno de los fenómenos que se explican a través de esta arquitectura. Cuando pensamientos, antes rechazados, o pospuestos, vuelven a la superficie y rompen la atención. Un ejemplo de esto, sería cuando tras haber sufrido una violación, a menudo nuestros pensamientos se interrumpen para volver a recordarlo. (Picard, R. 1999, p. 256).

En la actualidad se ha desarrollado un modelo computacional capaz de reconocer 21 expresiones faciales complejas.

Su sistema informático fue capaz de identificar correctamente las seis emociones básicas con un porcentaje de acierto de casi el 97%. En algunas, como la felicidad, la cifra fue casi del 100%. Con las expresiones más complejas, las que mezclan dos o más emociones básicas, su capacidad de interpretarlas bajó, pero aún alcanzó un más que aceptable 77%. (Criado, M. (2014) El algoritmo puede identificar cada una de las emociones humanas. Recuperado de <http://www.huffingtonpost.es/2014/04/01/emociones->

humanas-fotos-\_n\_5067316.html)

Desarrollado por la Universidad de Estatal de Ohio, supone la categorización computerizada de más del triple de expresiones que se podían detectar hasta el momento. “Fuimos más allá de las expresiones faciales, a emociones sencillas como ‘feliz’ o ‘triste’. Encontramos una fuerte coherencia en cómo las personas mueven sus músculos faciales para expresar 21 categorías de emociones” (2014 Etiquetas informáticas para las emociones. Recuperado de <http://www.abc.es/sociedad/20140401/rc-etiquetas-informaticas-para-emociones-201404010257.html>)

La base de este diseño es un algoritmo matemático que, partiendo de la forma general de la cara en estado neutro, tiene en cuenta todos los movimientos de más de veinte puntos concretos del rostro, como el arqueado de las cejas, el frunce del ceño, o la manera de abrir la boca. Incluso tiene en cuenta el grado de encogimiento o relajación de los músculos que participan en cada expresión gestual. Para ello, los investigadores analizaron cada una de las expresiones faciales con el llamado Sistema de Codificación de Acción Facial (FACS, comentado anteriormente), siendo capaz de identificar los músculos que intervienen en cada gesto. Este software determina si las expresiones son lo suficientemente únicas como para que se distingan de las demás.

En palabras de su propio creador, Aleix Martínez (2014), este dispositivo será utilizado en el entorno de la psicología y psiquiatría, mejorando la comprensión de enfermedades cerebrales. Pero también cree que el trabajo tendrá aplicaciones en I.A., para crear interfaces más parecidos a los humanos y robots más expresivos.

En el ámbito de la salud mental ayudará a mejorar la comprensión de qué procesos emocionales llevan a los trastornos como la depresión, el síndrome de estrés postraumático, la ansiedad, el autismo, etc, ya que permite saber cuántas categorías de emociones utiliza nuestro sistema cognitivo. (Criado, M. (2014) El algoritmo

puede identificar cada una de las emociones humanas. Recuperado de [http://www.huffingtonpost.es/2014/04/01/emociones-humanas-fotos-\\_n\\_5067316.html](http://www.huffingtonpost.es/2014/04/01/emociones-humanas-fotos-_n_5067316.html))

### 3.5. ¿DÓNDE SE LOCALIZAN LAS EMOCIONES?

“Las emociones nos dominan y no podemos dominarlas”. Verdad neuroanatómica.

Las respuestas emocionales, en su mayoría, se generan de forma inconsciente y no necesitamos de sentimientos intencionados para explicar lo que llamaríamos conducta emocional. Las emociones son algo que nos sucede sin que lo planeemos; de hecho, la ausencia de consciencia impera en el mundo animal. Los estados de consciencia tienen lugar cuando el mecanismo responsable del conocimiento se percata de la actividad que está teniendo lugar en los mecanismos del procesamiento inconsciente. Este escaso control sobre nuestras reacciones emocionales, es decir, que la mente no tenga dominio sobre ellas, es debido al momento evolutivo en el que nos encontramos. Las conexiones que comunican los mecanismos emocionales con los cognitivos son más fuertes que a la inversa.

En las emociones es difícil localizar la separación exacta entre lo racional y lo irracional, entre lo lógico y lo ilógico; estamos pues, ante el subjetivismo de la emoción. Según Alen Newell, el sistema de los mamíferos está claramente estructurado como emocional.

El desconocimiento de un hecho difícilmente demostrable o de complejo raciocinio suele ser resuelto a través de la negación directa o por omisión. Así las emociones, en muchos casos, son consideradas demasiado complejas para localizarlas en alguna zona del cerebro, donde confluyen pensar y sentir, cognición y emoción.

Para algunos científicos la naturaleza de las emociones es una reacción física que evolucionó como parte de la lucha por la supervivencia. Otros localizan su naturaleza en los estados de la mente, que nacen cuando el cerebro detecta reacciones físicas. Pueden ser

interpretadas también como pensamientos sobre la situación en que se encuentra una persona. James y Lange (2013) defendían que las emociones consistían en la percepción de los cambios fisiológicos corporales producidos por situaciones o estímulos externos, por lo que las variaciones periféricas son esenciales en las mismas. Cada una de ellas es distinta, ya que todo cambio fisiológico es diferente. Es primordial, por tanto, el papel del sistema nervioso autónomo en el tipo de estados emocionales y motivacionales. Cannon (2008) se opone a esta idea, ya que para él la valoración cognitiva de la situación es lo que provoca las emociones (tengo miedo al ver una pistola porque sé que se utiliza para matar).

Según Cannon (2008), la función de los cambios fisiológicos periféricos que acompañan a los estados emocionales tienen la función de preparar al organismo desde el punto de vista energético para activar la forma adaptativa según las demandas de la situación.

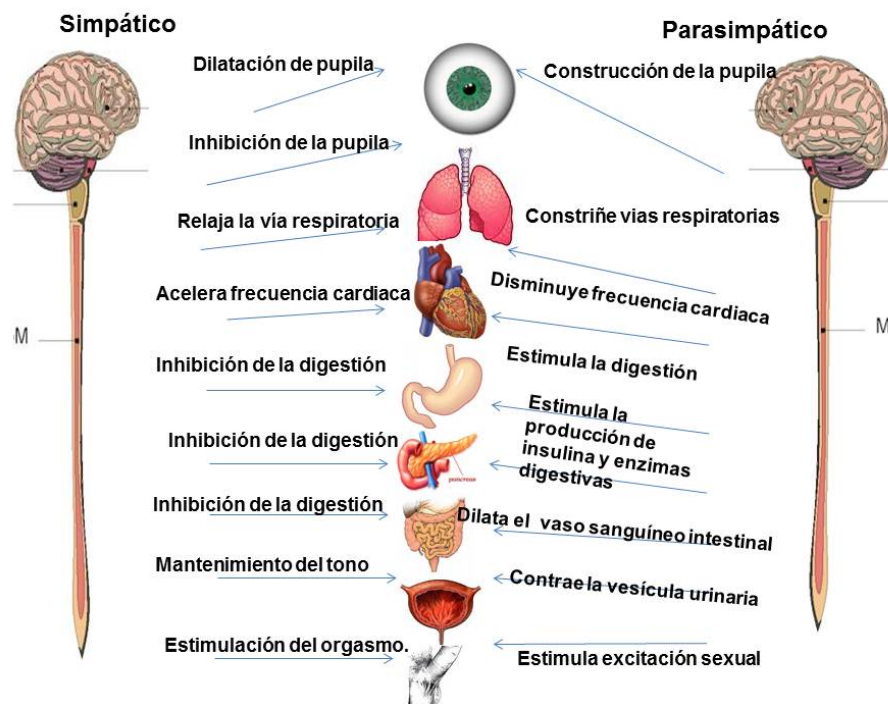
La rama simpática es la responsable de efectuar esos cambios fisiológicos presentes en las emociones y estados motivacionales, dejando la rama parasimpática para los estados vegetativos de tranquilidad y quiescencia (conservación de la energía).

Los cambios fisiológicos que desembocan en emociones nos remiten a los tres tipos de cerebro conocidos: homeostático, emotivo y racional. El primero es el más primitivo; se localiza en la parte filogenética más antigua de nuestro cerebro, concretamente en el tronco encefálico, y está también presente en los seres más primitivos, como reptiles o moluscos. Es el encargado de regular los niveles fisiológicos corporales respecto a situaciones externas determinadas, con lo que su función reguladora va en estrecha relación con la respuesta corporal ante un estímulo externo.

El segundo tipo de cerebro es también muy antiguo (ya estaba presente en los dinosaurios). Localizado en el sistema límbico, concretamente en la amígdala, regula la expresión de las emociones, respuestas hormonales y de comportamiento.

Fue Paul Papez, fisiólogo americano, quien introdujo el término de sistema límbico,

anunciando que el desarrollo de este sistema cerebral hubiese permitido a los animales dar un salto evolutivo, del comportamiento automático del cerebro homeostático a un comportamiento guiado por emociones.



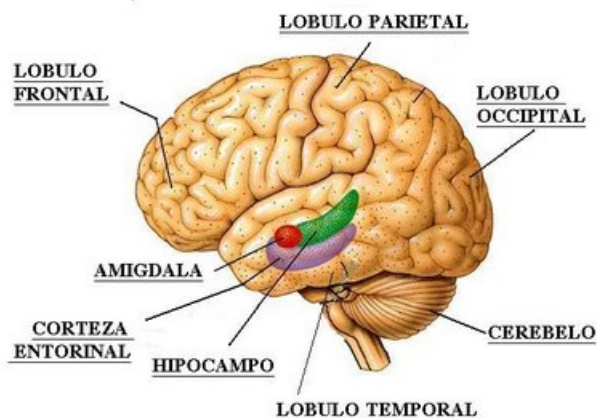
**Figura 12.** Diagrama del Sistema Nervioso Simpático y Parasimpático.

La rama simpática es la responsable de efectuar esos cambios fisiológicos presentes en las emociones y estados motivacionales, dejando la rama parasimpática para los estados vegetativos de tranquilidad y quiescencia (conservación de la energía).

Recuperado de [http://1.bp.blogspot.com/-bIc4gh4Pib4/UL5s2E\\_yggI/AAAAAAAAAA4/oZh6ITRLjso/s1600/sebas%2Bwork%2Bsimpatico.jpg](http://1.bp.blogspot.com/-bIc4gh4Pib4/UL5s2E_yggI/AAAAAAAAAA4/oZh6ITRLjso/s1600/sebas%2Bwork%2Bsimpatico.jpg)

Por último, se encuentra el cerebro racional. Es el más reciente, característico de simios y hombres. Localizado en la corteza cerebral, es la parte “humana”, la más avanzada de nuestro cerebro. Sin embargo, dentro de las emociones, como funciones esenciales de supervivencia que son, el cerebro racional actúa de manera secundaria respecto al homeostático y al emocional. Si hay un peligro inmediato es más importante escapar impulsados por la emoción del miedo que pararnos a razonar sobre la naturaleza del riesgo al que nos exponemos.



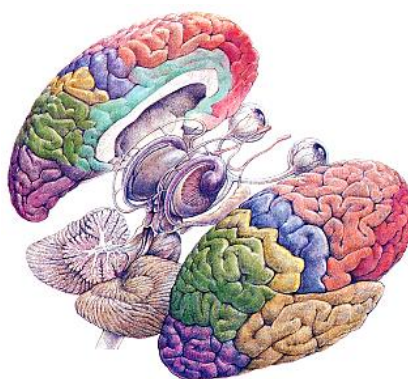


**Figura 13.** Sistema límbico.

Este sistema está formado por diversas estructuras cerebrales encargadas de gestionar respuestas ante estímulos en relación a las emociones.

Recuperado de <http://israel-wiki.wikispaces.com/aspectos+fisiol%C3%B3gicos+de+las+emociones>

Así pues, hablando en términos de supervivencia, se actúa por emociones, ya que tienen un carácter inmediato. No utilizamos la razón simplemente porque es más lenta.



**Figura 14.** Corteza cerebral

Es en esta parte que recubre el cerebro, donde se llevan a cabo las decisiones, la imaginación la percepción, los juicios y el pensamiento.

Recuperado de <https://fundacionannavazquez.wordpress.com/2007/07/17/anatomia-y-funcion-de-la-corteza-cerebral-humana/>

### 3.5.1. Características biológicas de la emoción.

Dentro del campo de las emociones, cabe destacar dos hechos que tienen relación directa con ellas: el instinto y la motivación, inherentes al ser vivo y, por lo tanto, básicos para su

supervivencia. Debido a esto, según Darwin, el comportamiento también se desarrolla. Esta evolución viene dada por tres posibilidades: • la variabilidad espontánea

- la lucha por la supervivencia
- la selección natural

Las conductas emocionales expresivas cumplen funciones de supervivencia, actuando como señales de preparación para la acción. Advierten a los demás de nuestro estado o intenciones, ya se trate de huidas, ataques o cualquier otra situación similar. Dentro de estas acciones el instinto va de la mano de las emociones, pues tienen como origen algo inherente al ser que las realiza, van más allá de la relación estímulo-respuesta. Para Grossman (1967), los impulsos se dividen en: homeostáticos (temperatura y nutrición) y no homeostáticos (curiosidad y sexualidad). En estos grupos de impulsos intervienen el medio ambiente y el aprendizaje. Dentro de este, puede haber varias clases: impronta social, alimenticia, espacial y ambiental.

Donald Hebb (1955) define la motivación como “la tendencia de todo organismo a producir actividad organizada” (Hebb. D., 1955). La conducta motivada se caracteriza por su cohesión, es decir, aquella que tiene como finalidad el alcance de una meta concreta u objetivo.

Dentro del campo de la conducta tendríamos la llamada flexibilidad conductual (Epstein 1982), que diferencia las conductas motivadas de las meramente instintivas. Son el resultado de algo emitido por un organismo vivo y, por tanto, activo, constituido por pequeños sistemas de control capacitados para interactuar con el medio ambiente.

Estas definiciones deberían ser ampliadas si tenemos en cuenta la I.A., empezando por analizar el concepto de ser vivo. Sin embargo, si tomamos la definición de Bolles (1972), la información está gobernada sobre la existencia de ciertas metas y el valor que estas tienen para el sujeto; se amolda más a los agentes no vivos y la posibilidad de que se les pueda

aplicar el término conducta con más o menos restricciones.

Ante estos casos nos encontramos con el llamado *determinismo biológico*. Esta teoría afirma que las normas de conducta según la raza, el sexo y la clase social derivan de ciertas diferencias heredadas innatas. La sociedad, por tanto, es un reflejo de la biología, con lo que no se da cabida a la experiencia individual ni a los procesos de aprendizaje.

Si se ha hablado del instinto y la motivación como parte directa de la emoción, el impulso es otro de los factores relacionados. Fue tomado como el concepto que sustituyó al instinto.

Woodworth (1918) fue el primero en usar el término de impulso y aprendizaje. A ellos atribuía la función de proporcionar energía a la conducta, siguiendo en esta misma línea, Clark Hull (1943) llevó a cabo los *principios de conducta*, y Keneth Spence (1956) *la teoría de la conducta y condicionamiento*. En todas las especies, independientemente de su medio, existe una conducta social dominada, en gran parte, por factores genéticos. Sin embargo, la socialización se puede tomar como base aprendida y como aprendizaje durante el periodo crítico (la relación entre una madre y su cría puede producir variaciones en las conductas posteriores).

Wilson (2011) definía la socialización como el total de las experiencias sociales que alteran el desarrollo de un individuo. Esta es más compleja dependiendo del grado de evolución de cada especie.

Dentro de los procesos psicológicos se encuentran los de carácter energético (impulsos) y los de tipo asociativo (hábitos). Los primeros son considerados acciones de estímulos internos que empujan a la acción desde dentro y, como consecuencia, producen sed, hambre, sexo, miedo, etc. Por tanto, la energía motivacional va del interior al exterior.

En el punto opuesto, de fuera hacia dentro, se encuentra el incentivo, elaborado por Spence (1956) y Logan (1960) en base a las respuestas fraccionales anticipatorias de la

meta. Estas reacciones se producen en la finalización de la acción, una vez que se alcanza el objetivo y que se aclimatan a estímulos situacionales que funcionan como antecedentes. Estos estímulos serán los que, con posterioridad, dirigirán la conducta hacia la meta.

Con respecto a la motivación, la aportación etológica ha sido de gran importancia. Los etólogos clásicos veían el comportamiento bajo un punto de vista conservador.

Tras el recorrido realizado sobre las emociones y condiciones básicas para su ejecución, como motivación, impulsos e instinto, vemos que, desde un punto de vista biológico, predomina la cuestión genética y evolutiva. Es decir, hay un gran componente de inherencia, pese a que el medio y, especialmente, el aprendizaje pueden crear variaciones. ¿Cómo se traslada esto al campo de la I.A.? Podríamos hablar de “lo dado” en ambos casos. En el medio humano se transmite por la genética, que se traduce en informática por *software*.

DeepMind Technologys es una empresa británica especializada en I.A. La tecnología de DeepMind está orientada a hacer que los ordenadores logren pensar como los humanos. Acaban de desarrollar una I.A., implementada en una red neuronal artificial, que por primera vez es capaz de derrotar a seres humanos en sus propios videojuegos. Pero lo interesante de este sistema es su capacidad de autoaprendizaje, permitiéndole discernir por su cuenta cómo jugar y, también, cómo ganar.

“La I.A. funciona observando la pantalla de un emulador de la clásica consola Atari 2600, y "viendo" juegos clásicos como Pong, Breakout, Space Invaders, Seaquest, Beam Rider, Enduro y Q\*bert”. La consola toma como visión la salida visual del conector de video (la señal pura RGB), y controla el juego con el equivalente a un control, e inicialmente simplemente observa cómo los humanos juegan el juego, aprende paulatinamente, y al cabo de unas cuantas sesiones esta literalmente "entiende" cuál es el objetivo del juego para ganar (Elías, J. 2014. Inteligencia Artificial aprende a jugar a videojuegos, y después derrota a humanos

contundentemente. Recuperado de [http://www.eliax.com/index.cfm?post\\_id=10905](http://www.eliax.com/index.cfm?post_id=10905))

### **3.5.2. Interactividad entre ego, conciencia y emociones.**

El ego, la conciencia y las emociones son las tres instancias mentales clásicas e interrelacionadas. El primero es un constructo mental que contiene la imagen que uno tiene de sí mismo. Viene de la capacidad que tiene el cerebro humano para construir realidades neurales, externas e internas. Estos modelos consisten en estructuras artificiales que sustituyen al original; es decir, en el sistema nervioso hay una serie de patrones de actividad neuronal que copian determinados aspectos del mundo, por lo que estas copias pueden ser utilizadas como realidad virtual para llevar a cabo acciones mentales relativas al objeto original, aunque este no se encuentre presente. Esta especie de ensayo permite a los seres vivos visualizar una situación compleja, en la que podrán idear una cierta planificación de acción antes de enfrentarse a la realidad. La concienciación y la preparación beneficiarán a los individuos que la lleven a cabo, asegurando su supervivencia frente a aquellos que se enfrenten por primera vez a la situación, y sólo les quede la opción de la improvisación.

Entre los múltiples modelos de realidad virtual se encuentra el que hace referencia a nuestro propio ser, que no es otro que el ego. Está formado por la acumulación de información y vivencias del propio ser, junto con su consecuente interpretación. Así pues, el ego es un producto de la memoria, y dentro de esta existen partes que están conectadas con la conciencia, pero también otras que no lo están: el inconsciente.

La imagen que nos hemos ido formando de nosotros mismos está conformada por información recopilada a través de dos tipos de memoria: la extralingüística y la lingüística. La primera, como su propio nombre indica, hace referencia a la información que no ha sido elaborada mediante mecanismos de lenguaje, y que se almacena en la llamada memoria implícita; recopila sensaciones e informaciones de manera inconsciente. El segundo tipo de

memoria, la lingüística, está formada por la información codificada por el lenguaje, a la que se denomina memoria explícita. Así, los recuerdos que tengamos a través de este tipo de memoria de personas, hechos y sensaciones, se llevarán a cabo de manera consciente y deliberada.

Ambos consisten en un flujo de información, que es captada por el individuo (a veces de manera consciente y otras de manera inconsciente). En los dos casos es reinterpretada de manera individual y conformará lo que se conoce como ego, partiendo de la base de que hablamos de emulación en I.A., se podría llevar a cabo todo este concepto en un sistema inteligente, a través de la introducción de información, hasta completar la necesaria para poder conformar una idea de autoconcepto. Sin embargo, se podría considerar la conciencia como un punto débil dentro de esta disciplina. En España tenemos el ejemplo de *Comaware*. Se trata de una empresa de base tecnológica, vinculada a la Universidad Carlos III (Madrid), fundada por Raúl Arrabales y Jorge Muñoz (2012) y en la que se trabaja en el desarrollo de la conciencia artificial: “con la conciencia artificial, pretendemos imitar los mecanismos por los cuales los humanos tenemos conciencia y percibimos nuestro propio mundo interior, y simularlos en una máquina o agente virtual” (Arrabales, R. 2012. La conciencia artificial se propone superar el reto de la mente humana. Recuperado de <http://www.technologyreview.es/informatica/39643/>)

En todo este proceso de conciencia mecánica, la base se encuentra en la arquitectura CERA (Conscious and Emotional Reasoning Architecture), que consiste en un modelo computacional que genera comportamiento humano en personajes artificiales o máquinas.

Todos estos esfuerzos por humanizar lo automático, representan una solución eficaz a la hora de tratar a pacientes con estados de conciencia alterados. “Hay ciertos tipos de autismo en los que se ha demostrado que los niños se relacionan mejor con robots que con seres humanos” (Chella, A. 2012. La conciencia artificial se propone superar el reto de la mente

humana. Recuperado de <http://www.technologyreview.es/informatica/39643/pagina2/>)

El ego es otro de los puntos importantes del constructo humano y que se refiere al porvenir. Se presenta como un proyecto de futuro, pero también mira al pasado, ya que funciona a modo de narración de nuestra vida. A medida que pasa el tiempo, vamos actualizando la imagen que tenemos de nosotros mismos. Elaboramos versiones que añaden nuevos hechos y que le dan un nuevo sentido a los antiguos, en concordancia con la visión global del momento. Este punto ha de ser tenido en cuenta a la hora de simular las emociones en máquinas ya que, aunque se introduzcan datos a modo de memoria, esta debe ir mutando con el tiempo, aprendiendo y añadiendo nuevas experiencias que deben ser interpretadas, y modificar así los datos de los que partió. Aquí es donde entran las emociones. Estas proyecciones, con su ir y venir en el tiempo, son extraordinariamente sensibles al trasfondo emocional, junto con los estados de ánimo, que actúan como selectores de argumento. Eligen entre varias historias, según la disposición del momento. La memoria del ego dista mucho de ser un registro imparcial de información y, por lo tanto, de recuerdos. Todos los datos almacenados en ella llevan una suerte de marcado afectivo que los determina para siempre, y que hace que siempre que ese dato sea recuperado por la conciencia aparezca teñido de una emoción concreta. Como comenta Vicente Simón (2001), en el artículo publicado por la Universidad de Valencia (*El Ego, la Conciencia y las Emociones: un Modelo Interactivo*), la neutralidad es un punto intermedio en un amplio abanico de tonalidades afectivas, marcado siempre por una huella emocional.

El futuro y el pasado del que se está hablando, no existen como tales en la vida psíquica. Se trata de una memoria proyectada hacia adelante o hacia atrás. Lo que experimentamos como futuro en nuestro mundo mental no es otra cosa que una proyección que seleccionamos hacia el porvenir. Se trata de fantasías construidas a base de experiencias

vividas en el pasado, junto con estados de ánimo. Toda la vida real y mental tiene lugar en el presente, y estos saltos de proyecciones son debidos a una necesidad de resolver cuestiones personales, entender problemas no resueltos o prepararnos para lo temido. La relación de esos tiempos imaginarios y nuestra mente es una de las incógnitas que la especie humana tiene que resolver, especialmente en este momento evolutivo, según Vicente Simón (2003). Y una vez más, comprobamos que las emulaciones que se llevan a cabo en I.A. son de cuestiones propiamente humanas, no resueltas, y que quizás, llevándolas a cabo de manera artificial, podremos llegar a comprenderlas completamente.

Con frecuencia nos referimos al ego como una estructura individual; sin embargo, nos encontramos ante una multiestructura. Se podría hablar de un ego que mira al futuro, elaborando una serie de proyecciones o visualizaciones; que trabaja con el tiempo pasado y que, en cierto modo, elabora una narración de nuestra vida, de lo que nos ha pasado. Sin embargo, vamos reinterpretando, ofreciendo varias versiones de un mismo hecho, y por consiguiente, cambiando y transformando nuestro autoconcepto. Uno de los elementos que producen esta vuelta a la descripción de la historia, tanto hacia un futuro como lo concerniente al pasado, es el estado emocional del individuo.

Se podría decir que la memoria del ego dista mucho de ser un registro riguroso de información. Más bien todo lo registrado en ella está condicionado por una impronta afectiva y, consecuentemente, cada vez que se eche mano de la conciencia para recuperar un dato almacenado, irá de la mano de su correspondiente etiqueta afectiva. La huella emocional no da cabida a la neutralidad.

Si esto pasa en nuestra mente humana, en I.A. se pretende simular también este componente emocional, que compondrá no sólo una manera de actuar a semejanza de la humana, sino también la constitución de un ego, un autoconcepto. Por otra parte, eso a lo que llamamos futuro, generado por nosotros mismos, no es otra cosa que algo evocado, pese



a que esté elaborado mediante recuerdos de realidad; se trata de un porvenir imaginado respecto a nuestros propios deseos. El pasado y el futuro de nuestro ego no existen como tal; más bien podríamos hablar de situaciones que nos gustaría que ocurriesen o que tememos, construidas a base de experiencias y hechos reinterpretados a causa del estado emocional. Con lo cual, lo que nos queda no es la realidad grabada en nuestra memoria, sino una interpretación de la misma. De hecho, en numerosas ocasiones, ante un mismo hecho presenciado por varias personas a la vez, el testimonio de cada una de ellas puede ser sorprendentemente diferente, llegando incluso a cuestionarnos si presenciaron la misma acción. Lo que sucede es que, en el modo habitual en que trabaja la percepción humana, cuando las imágenes que hemos presenciado llegan a ser conscientes, han sido ya transformadas por el filtro de la memoria. De este modo, lo que llega a la conciencia es una imagen modificada respecto a la realidad. No somos conscientes de la realidad misma, sino de una realidad modificada, de una memoria de la realidad. Y en este punto, es importante tener presente que, respecto a la percepción mecánica de un sistema inteligente, pese a que se están llevando a cabo grandes avances de precisión tecnológica en relación a la captación del medio, la I.A. debe ser consciente de que la realidad que percibimos los humanos es una tergiversación ulterior, condicionada por las emociones. Si pretendemos que estos sistemas artificiales se comporten como nosotros, debemos añadirles procesadores mecánicos, variantes arbitrarias que modifiquen y procesen los datos recibidos, condicionándolos de manera individual, en lo que podríamos llamar una simulación del ego y, consecuentemente, de la conciencia.

En toda esta reflexión radica una cierta contradicción, ya que se pretende investigar y conseguir una percepción mecánica perfecta, de gran precisión tecnológica, para luego romperla mediante la introducción de condicionantes que alteren la información recogida con exactitud, y crear así una conceptualización de la realidad.

La conciencia, a diferencia del ego, opera con el presente, y es la que toma las decisiones. Es conocida también con el nombre de “yo” (que no debe confundirse con el concepto “yo” explicado anteriormente). Consideremos el ego como la instancia de memoria, mientras que la conciencia es la artífice de las decisiones que tomamos. Sin embargo, cumple otra función: la de reunir y relacionar información.



**Figura 15.** *Pepito Grillo*. Perteneciente a la película *Pinocho* (1940), Walt Disney. Recuperado de [http://www.theranking.com/el-mejor-sidekick-de-disney\\_r16130](http://www.theranking.com/el-mejor-sidekick-de-disney_r16130)

Pepito Grillo representa la conciencia de Pinocho. Pese a ser creado bajo las premisas de semejanza de un niño, Pinocho es un elemento artificial. Carece de conciencia propia. Esta viene dada por medio de un elemento externo a él, a través de Pepito Grillo.

Esta circunstancia podría considerarse como punto en común con los agentes racionales no vivos. En su camino de semejanza humana, se topan con la posibilidad de conciencia, que si bien no es innata, sí será añadida.

Otra de las características importantes de la conciencia es que trabaja en el presente, ya que se trata de una memoria a corto plazo. El ego, sin embargo, se caracteriza por una memoria a largo plazo, que da saltos temporales de adelante hacia atrás y viceversa. La memoria a corto plazo funciona con datos que pronto serán eliminados, y que proceden de dos fuentes: el input sensorial (aporte integrado de los cinco sentidos fisiológicos) y la propia memoria. Poco importa su procedencia: el hecho es que este material es el utilizado para llevar a cabo la toma de decisiones de la conciencia. De todos modos, no perdura mucho tiempo en ella: la información que accede a la conciencia provoca la comprensión en los casos favorables. Luego se toma la decisión (si procede) y finalmente, una vez cumplida su función, se deshecha para dar cabida a un nuevo contenido que pasará por el mismo proceso.

Esta memoria a corto plazo de la que estamos hablando, somete información muy diversa a un acto de interrelación y síntesis, una nueva recombinación de los elementos que la

conformaron en su origen. El resultado puede traducirse en diversos actos motores, como el lenguaje, el almacenamiento como nueva información dentro de la memoria a largo plazo, o la desaparición. Esta supresión puede producirse tras haber enriquecido la capacidad de la conciencia para manejar información, sin olvidar que esta es un mecanismo que sólo se desconecta durante ciertos periodos dentro del sueño. Dentro de la interacción que se produce entre el ego y la conciencia, las emociones tienen un papel primordial como hilo conductor. Son consideradas como un componente cerebral imprescindible para la supervivencia, y su finalidad es evaluar y catalogar un objeto percibido mediante nuestros órganos sensoriales, produciendo una rápida respuesta de actuación ante la situación dada mediante la canalización y orientación de la energía hacia la conducta más apropiada para la supervivencia. Tienen un papel vital en los procesos de decisión, ya que lo aceleran y lo facilitan (como se ha comentado anteriormente, si usásemos el cerebro racional para la toma de decisiones en momentos cruciales, sería inadecuado, debido a la lentitud con la que actuaríamos). Nos impulsan a actuar de una manera determinada, señalándonos el camino, pero también dándonos fuerzas para seguirlo, ya que, gracias a las emociones, el organismo encuentra la energía necesaria para una rápida actuación. En resumen, las emociones consisten en principios de actuación.

“Esto es bueno y eso es malo” es de los primeros conceptos que se aprenden de pequeño. Esta frase, aparentemente infantil y simplona, habla mucho de los aspectos básicos de supervivencia. Pese a que es aprendida (posee muchas veces un cierto carácter cultural), tiene una base biológica. Las emociones nos muestran las actitudes que debemos tomar respecto a un objeto. Se pueden dividir en dos tipos: aquellas que nos impulsan a acercarnos al objeto (lo estamos dando por bueno), y las que nos llevan a alejarnos y, por consiguiente, al rechazo (que obviamente daremos por negativo). Apetencia y aversión, pues, se pueden considerar como emociones básicas. Serán utilizadas a lo largo de la vida, adquiriendo la

tendencia de clasificación de lo “bueno” y lo “malo”. El origen de esta clasificación tiene múltiples razones:

- La memoria heredada. Poseemos unas aversiones y preferencias innatas, determinadas por ciertas instrucciones genéticas.
- La impronta que han dejado en nosotros, las diversas experiencias vividas con otros.
- La memoria cultural, que nos llega a través del lenguaje. El organismo clasifica como deseable aquello que nos ha producido placer, conocido también como refuerzo positivo. Por otro lado, considerará rechazable todo aquello que nos produce dolor (refuerzo negativo). Esta clasificación es almacenada en la memoria de cada uno, con lo que cada vez que nos encontramos ante un objeto se recuerda su clasificación como deseable o indeseable, conduciendo a la activación de la emoción apropiada a cada caso en concreto.

Las reacciones a situaciones concretas son provocadas por las emociones, causantes de mecanismos fisiológicos adecuados a actuaciones que ellas mismas guían. Sistemas corporales como las hormonas, el aparato locomotor y el sistema nervioso vegetativo conceden una huida exitosa.

El cronograma de actuación que desencadenan las emociones comienza por la aparición de un estímulo percibido a través de los sentidos. Este estímulo es elaborado en diversos niveles del sistema nervioso, y se le asigna un valor positivo o negativo. Entonces se pone en marcha la reacción emocional, que nos insta a clasificarlo como positivo o, por el contrario, a repelerlo. La reacción emocional acarrea también una serie de cambios corporales, necesarios para hacer frente a las consecuencias de una posible relación con el objeto.

Una de las mayores incógnitas es el tipo de interacción que se lleva a cabo entre el ego y

la conciencia. Esta tiende a actuar según la memoria que le proporciona el ego. Toda ella, creada a través de input, es emocional. Cualquier tipo de recuperación de la acción de recordar lleva adjunto un determinado estado afectivo, llegando así a la simple clasificación comentada: acepta lo que se ha dado como bueno, y rechaza lo que se ha tomado como malo. La conciencia simplemente acepta la información venida desde el ego, sin detenerse a realizar ningún razonamiento o crítica. Toda la energía necesaria para realizar esta actividad es provocada por las emociones, que surgen incitadas por la memoria del ego, actuando la conciencia como ejecutora.

Se puede hablar de dos tiempos verbales de este proceso: presente y pasado. El primero tiene lugar cuando el ego y la conciencia están tratando una situación acontecida en tiempo real. Se trata del “ahora”, aunque esto no excluye que echemos mano de la memoria del ego, o que, para llevar a cabo una correcta actuación, produzcamos visualizaciones futuras. El requisito principal para hablar de presente en este caso, es que la conciencia esté actuando respecto a algo que está sucediendo en el presente.

Por otro lado, el “no presente” hace referencia a temas de algún aspecto de la actividad cerebral que codifica información de hechos del pasado o representaciones imaginarias del futuro. Sin embargo, el sistema, trabaja como si esas representaciones futuras fuesen, en realidad, acciones del ahora.

### **3.5.3. La conciencia como posible computable algorítmicamente**

El miedo, ese aliado indispensable para la supervivencia, es, quizás, el causante de ver en la máquina un competidor y no un complemento. El avance que se está produciendo en I.A. nos hace ver a los robots como personificaciones, aumentados en sus capacidades y que comprenden nuestras emociones. En este sentido, la tecnología ha tomado un nuevo rumbo, abandonando la época de automatización de acciones humanas para seguir en la línea de

aumento de capacidades físicas y de la psique humana (a partir de la idea de simulación de conexiones neuronales). Como en todas las especies, nos mueve el afán de superación y perpetuación. Debemos ampliar los márgenes de la evolución, sin limitarnos a identificarla en cambios físicos de las personas, contemplando su proyección a través de agentes no vivos.

La I.A. es otro paso hacia el futuro superlativo que siempre perseguimos. Y así hemos pasado de una sociedad ocupada en la difusión y organización de datos a una sociedad encargada de conectar ideas. Esta última tarea, puede entrañar una contradicción. Nos encontramos en un momento de gran especificidad técnica, para alcanzar una propuesta unificadora.

Una vez que se han superado muchas de las barreras físicas humanas a través de los sistemas inteligentes, en lo que se refiere a la mente, también se están derribando. Para esto, la I.A. busca los requisitos estructurales satisfechos por los estados emocionales y los mecanismos funcionales que subyacen a los procesos emotivos, con la finalidad de su reproducción en arquitecturas artificiales. En estos sistemas emocionales surge el problema de la emoción-razón, que se ha asignado tradicionalmente a la condición humana. Con esta premisa, las investigaciones en este campo se han centrado en el diseño de sistemas emocionales y sus nuevas arquitecturas, preocupándose en cómo pueden ser reproducidas desde un punto de vista funcional.

Dolores Cañamero (2007) ha construido un sistema en el que las emociones inician cambios fisiológicos simulados, haciendo referencia a que en las emociones humanas intervienen mente y cuerpo, y recordando que la síntesis de las mismas se lleva a cabo mediante procesos corporales de bajo nivel.

Como muestra el esquema, cada comportamiento, emoción o motivación de un Abbott tiene sus cambios físicos correspondientes; sobre todo las motivaciones, que son

principalmente homeostáticas: por ejemplo, cuando pasea un Abbott (comportamiento) su temperatura aumenta, y cuando se calienta demasiado (motivación) procura enfriarse.

Las acciones de estos sistemas son variadas y propias de un ente orgánico: beber, comer, descansar, escapar, pasear, jugar, etc. Dentro de las motivaciones se puede encontrar la agresión, el hambre, la curiosidad, etc.

Cada una de las motivaciones posee una magnitud diferente y se jerarquiza mediante el mayor grado de intensidad, que será la que controle el comportamiento junto con las intenciones del *Abbott*.

Tanto la motivación como el comportamiento están afectados por las emociones del *Abbott*. Estos sistemas poseen seis emociones básicas: tristeza, felicidad, miedo, ira, aburrimiento e interés. Los estados pueden ser provocados tanto por situaciones externas como por cambios fisiológicos internos. Un ejemplo de ello es el miedo ante la presencia de un enemigo, con el consecuente aumento del ritmo cardíaco y bajada de temperatura. Por otra parte, al igual que en el reino animal, un aumento de endorfinas puede provocar un estado de felicidad.

Otro de los componentes importantes en el proceso emocional biológico y sintético es la percepción. Podría decirse que las emociones influyen sobre ella. Un alto nivel de endorfinas reduce la apreciación del dolor.

Todo este sistema de simulación de emociones, creado por Lola Cañamero (2007), demuestra la posibilidad de imitar los productores físicos de las emociones. Una vez más, estas evidencian su origen fisiológico. Por eso, más allá de los avances tecnológicos que representa, *Abbott* encarna también avances en la comprensión de la naturaleza humana y animal. El sistema de Cañamero (2007) muestra las comparaciones entre las funciones del sistema fisiológico humano y un sistema operativo de ordenador, que en esencia son muy parecidos. Por ejemplo, ambos pretenden impedir la entrada de virus y llevan a cabo ciertas

funciones reguladoras.

*Nao*, otro de los robots construidos por Lola Cañamero (2010) y su equipo dentro del proyecto europeo FEELIX, posee el tipo de interactividad propia de un niño de un año.



**Figura 16.** *Nao Robot* (2004), Aldebaran Robotics.

Este sistema inteligente puede desarrollar emociones mientras interactúa con el ser humano.

Recuperado de <http://www.technovelgy.com/ct/Science-Fiction-News.asp?NewsNum=2506>

Se basa en el lenguaje no verbal, reconociendo emociones a través de gestos, expresiones faciales, movimiento corporal, etc. A medida que pasa más tiempo con un ser humano, va entendiéndolo mejor (como ocurre con las relaciones interpersonales). Esto sucede gracias a su capacidad de memoria: reconoce los rostros y recuerda las interacciones con personas en el pasado, lo que, además de a la memoria, hace referencia a la experiencia. Según la directora del proyecto, “Nao puede crear vínculos, interactuar y expresar emociones, a través de los movimientos del cuerpo” (Cañamero, L. 2010. NAO: el robot que se comportará como un niño y expresará sus emociones. Recuperado de <http://hipertextual.com/archivo/2010/08/nao-el-robot-que-se-comportara-como-un-nino-y-expresara-sus-emociones/>)

Dentro de los posibles sentimientos que puede expresar, se encuentran el miedo, la tristeza, la felicidad, la exaltación o el orgullo. Sufrirá también estrés si el ser humano con el que interactúa no le hace sentirse cómodo.



Si *Abbott* hace referencia a la síntesis de emociones, “ACRES es un modelo que se centra en sintetizar las relaciones de las emociones, con otros procesos informáticos. De manera específica relaciona: el aprendizaje, el comportamiento, la recuperación de memoria y la toma de decisiones” (Picard, R. 1998, p. 58)

La construcción de este sistema se basa en la concepción de que las emociones intervienen en la toma de decisiones múltiples. Una de las posibles definiciones que se sostienen sobre las emociones, es que se tratan de manifestaciones de un sistema que lleva a cabo operaciones diversas, con recursos limitados, en un ambiente impredecible. Esta tesis se extrapola al mundo informático, ya que los programas de software establecen relación con las personas y, al mismo tiempo, realizan diferentes tareas. Bajo este principio, Nico Frijda (1986) propone una teoría de las emociones en su libro *The Emotions* (Frijda, 1986). Esta se ha puesto en práctica para demostrar cómo construir emociones en ordenadores para que influyan sobre varios procesos reguladores. Parte de este concepto se ha implementado en el programa ACRES. Una de sus tareas principales es manejar el conocimiento de sus emociones al mismo tiempo que se relaciona con el usuario. Recibe, rechaza o acepta los datos que le da la persona, como el nombre y una descripción de la emoción. El sistema intenta aprender qué es lo que genera las emociones de las múltiples situaciones que el usuario le presenta, actuando mediante la imitación del aprendizaje humano, que viene dado a través de la experiencia.

ACRES lleva a cabo múltiples tareas; las examina periódicamente, para comprobar si debe responder con alguna acción determinada. Como ejemplo, si hace un rato que no aprende nada nuevo, la operación de aprendizaje lo lleva a solicitar nuevos datos por parte del usuario, y así continuar mejorando su conocimiento de las emociones. Es aquí cuando, además del factor aprendizaje, interviene la experiencia: el programa pregunta a la persona si una situación descrita por esta resulta atractiva o desagradable y la tomará como base para

circunstancias futuras, en las que intentará adivinar la emoción que se genera en el usuario basándose en el parecido con las coyunturas que fueron descritas anteriormente.

ACRES necesita efectuar seis operaciones:

- evitar que lo maten.
- responder con rapidez.
- realizar una correcta recepción de los datos.
- recibir datos variados e interesantes.
- la seguridad de conservar los conceptos.
- aprender a través de la experiencia (del usuario).

Según Rosalind Picard,

Sería ideal que el sistema valorara de manera continua y paralela el significado de cada ocurrencia para cada una de sus seis operaciones. Esto requiere el hardware adecuado para el procesamiento en paralelo, y sólo se encuentra en forma truncada dentro de ACRES. (Piccard, R. 1998, p. 259).

En lo que se refiere a la jerarquización de las operaciones, cada una está ligada a un grado de importancia, siendo siempre lo primordial evitar que lo maten. Otro factor a tener en cuenta es la gravedad de la situación.

Cuando se activa una de las operaciones de ACRES, este es capaz de actuar de forma emocional. Por ejemplo, si el modelo detecta un usuario que amenaza su seguridad de manera continuada y que rechaza su solicitud de cesar con esa actividad amenazante, ACRES se enfada con el agente en cuestión y puede restringir su autorización de acceso. El *modus operandi* de este modelo consiste en diagnosticar la situación, generar una emoción y optar por una acción significativa. Pese a que se trata de un sistema que tiene emociones, carece de inteligencia emocional. Si, por ejemplo, el usuario mecanografía el mensaje “mata”, ACRES rogará que no lo maten.

Este programa ofrece un banco de pruebas importante para el estudio de la generación de emociones y su influencia sobre el comportamiento.

Para llevar a cabo arquitecturas emocionales en I.A. es necesario tener en cuenta las principales corrientes teóricas del comportamiento emotivo:

- teoría anti-cognitiva: separa las emociones de la razón, siendo las primeras consecuencia a una reacción de defensa ante una situación de peligro. Esta teoría sostiene que las emociones están predeterminadas por la información genética.
- teoría cognitiva: considera las emociones como una toma de conciencia de las reacciones viscerales. Este tipo de teorías contempla la existencia de estados emocionales complejos, como la nostalgia, que opera en el presente pero con un hecho pasado como modelo de referencia.
- teoría interactiva: en cierto modo integra las teorías previas, considerando las emociones como fruto de la activación visceral y la valoración cognitiva de la alteración. Esta corriente admite tres tipos de emociones: primarias (reactivas), secundarias (evaluación cognitiva) y las meta-emociones (no existen los motivos que las provocan).

La primera de las teorías citadas (anti-cognitiva) se traduce en arquitecturas que establecen una relación entre el estímulo y la respuesta mediante un principio de excitación basado en la densidad de disparos recibidos, es decir, la intensidad del estímulo por tiempo. En este tipo de sistemas, los comportamientos emocionales que se pueden generar tienen un carácter automático. Su funcionamiento se basa en algoritmos del tipo: si la estimulación aumenta, se representan estados de miedo o interés; en cambio, si disminuye, se llega a estados positivos como la alegría; si se nivela, tenemos estados como la angustia o el enojo. Este es el llamado Modelo de Tomkins (1984).

Por otro lado, el Modelo de Simon (1982), compuesto por una arquitectura de

tipo cognitivo, tiene la aptitud de rechazar las reacciones automáticas y tomarlas como elementos evaluadores del entorno. Está capacitado para interrumpir el proceso deliberativo en curso y forzarlo para que centre su atención y sus recursos en una nueva situación. Este sistema está formado por:

- un módulo central de gestión de objetivos de tipo serial; los nuevos estímulos se ponen en espera para ser evaluados, siendo atendidos por orden jerárquico según los objetivos.
- un módulo emocional representado por un sistema de vigilancia, con capacidad para interrumpir el procesamiento del módulo central si observa contingencias que requieran actuación urgente.

El Modelo de Sloman (1987) está compuesto por una arquitectura de tipo interactiva. Pese a que es el ejemplo más complejo, deriva del anterior. Incorpora al modelo de Simon:

- un mecanismo de filtro, necesario para que estos sistemas estén protegidos y abiertos a la interrupción.
- un umbral variable, que permite al umbral de protección ser dependiente del contexto.

La arquitectura de Sloman demuestra un comportamiento impredecible del sistema. Se aleja de la sensación de comportamiento automático y pre-programado por parte de sistemas inteligentes, acercándose al modelo emocional humano. Este sistema representa las emociones como mecanismos disposicionales, graduales y con posibilidad de coexistencia.

Por último, encontramos el Modelo de Frijda (1987). Es el más completo de los vistos hasta ahora. Sigue el Modelo de Sloman, pero incorpora un canal de flujo de carácter bi-direccional entre el proceso de atención, vigilancia y filtro, lo que permite:

- que coexistan varias acciones, y aportar un carácter gradual.
- que su manifestación dependa de la tríada “percepción, contexto y experiencia”.

En todos estos modelos existen los siguientes problemas no resueltos:

- contenido representacional, en el que las emociones son formalizadas como conceptos.
- contenido no-representacional, en el que las señales son formalizadas como modelos de alarma.
- capacidad reactiva de tiempo real: mecanismo de vigilancia e interrupción.
- disposiciones sin interrupción: las emociones funcionan como motivaciones a partir de un mecanismo de filtro variable.

En la comunidad tecnológica se pretende que estos sistemas:

- elaboren estructuras de *sentimiento*, es decir, un mecanismo de valoración emocional.
- generen procesos de aprendizaje emocional.
- favorezcan tomas de decisión. La irracionalidad del sujeto, puede llegar a través de la falta de emociones.

Teorías neurofisiológicas, como la de Antonio Damasio (2009), ejemplifican este hecho mediante el caso de pacientes con daños en el lóbulo frontal, transformándolos en personas planas a nivel emocional, perdiendo la capacidad de toma de decisiones racionales.

Manuel Bedia (2006) propone una serie de parámetros para encontrar la solución a la problemática citada: Dualismo o Funcionalismo. Deben abandonarse las convicciones dualistas entre la cognición y las emociones, abogando por las teorías neurofisiológicas, que no establecen diferencias entre ambos, considerando las dos opciones como procesos de información que representan funciones mentales. A partir de esta premisa, en I.A. no interesan las explicaciones causales, ni su definición a través de teorías evolutivas, que las relacionen con las funciones mentales. Lo mismo ocurre con lo referente a la condición de innato, a lo aprendido, a las connotaciones culturales o a las posibles modificaciones a lo

largo del desarrollo en la persona.

Dejando aparte todas estas consideraciones, los expertos en arquitecturas inteligentes se centran en el motivo de la importancia de las emociones en nuestro organismo y en su papel básico para la supervivencia y la adaptación. Con todo esto, podemos decir que los programas emocionales citados se caracterizan por:

- su neutralidad, es decir, sin comportamiento pre-programado.
- incluir las emociones dentro de los procesos funcionales.
- conseguir el comportamiento emotivo dentro de los mecanismos de supervivencia básicos.
- la toma de decisiones a partir de las emociones.

Incluir las emociones dentro de la I.A. tiene una base práctica: mejorar la adaptación de los sistemas inteligentes, eligiendo la respuesta acertada en torno al medio en un tiempo record. Es imprescindible superar el antagonismo arraigado emoción-razón y entender el propósito emotivo descrito, que va más allá de simular el comportamiento emotivo o los sentimientos humanos.

Si bien la conciencia es básica en el camino de semejanza humana por parte de sistemas inteligentes, Penrose (2007) habla tanto de su posibilidad como de su negación. Se basa en cuatro premisas que deben ser resueltas a nivel tecnológico:

- la primera hace referencia al pensamiento, que puede llevarse a cabo de manera computacional, ya que tanto la autoconciencia como la percepción de uno mismo son procesos que no se pueden reducir y, por lo tanto, son contrarios al dualismo, y sí son resultado de algoritmos.
- la segunda premisa hace referencia a la base de la I.A. Toda actividad física que tenga lugar en el cerebro (como es el caso de la conciencia) puede simularse a nivel computacional. Sin embargo, este hecho no contendría por sí mismo la

auténtica aparición de la autoconciencia.

- si bien cierta actividad física del cerebro da como consecuencia la autoconciencia en el ser humano, aunque pueda ser reproducida artificialmente, no puede simularse de manera algorítmica.
- por último, la premisa que se acerca a una corriente pensamiento teísta es la que hace referencia al concepto de conciencia humana, lo que implica complicaciones para entenderlo en términos físicos, computacionales o científicos.

Existen en la disciplina estudiada las llamadas I.A. fuerte y débil. La primera se ocupa del diseño y la construcción de máquinas conscientes. La segunda se encarga del diseño y construcción de las máquinas que simulan la conciencia o los procesos cognitivos relacionados con la misma. En el camino hacia la posibilidad de la conciencia en agentes racionales artificiales, ya ha aparecido un nuevo término para definir esta simulación: la conciencia artificial. Sin embargo, la pregunta más global y profunda que plantea la propia I.A. es si pueden sentir las máquinas. La posibilidad a esta pregunta plantea nuevos límites entre el hombre y las computadoras, ya que, hasta el momento, los sentimientos han sido el elemento diferenciador entre ambos. Rosalind Picard (1998) propone cinco componentes necesarios para considerar si un ordenador tiene emociones:

#### 1. Emociones emergentes y comportamiento emocional

Este tipo de emociones es característico de sistemas que carecen de mecanismo explícito interno y de representación para las emociones. Estas arquitecturas se basan en la observación de su comportamiento emocional.

Masanao Toda (1962) presenta el ejemplo de comportamiento emotivo emergente, a través de la propuesta de un robot humanoide comedor de hongos. Mediante este modelo se puede demostrar cómo surgen emociones de un sistema de recursos limitados en un

ambiente de imprevistos. El objetivo de este robot es recoger la mayor cantidad posible de uranio, controlando su fuente de energía que posibilita su supervivencia. Está provisto de habilidades básicas y rudimentarias perceptivas, de planificación y de toma de decisiones.

Su creador sostiene la posible capacidad emocional del robot a través de sus impulsos. El ejemplo presenta emociones, definidas como *subrutinas motivacionales*, que conectan la cognición con la acción.



**Figura 17.** Vehículo de Braitenberg. (1984), Valentino Braitenberg.

Recuperado de <http://people.umass.edu/~blaylock/LegoRobotics/>

Ejemplo de mecanismo de emoción emergente. Está dotado de: dos sensores de luz y dos motores. Programado para que cuando vea una luz delante, se dirija hacia la misma y choque contra ella. Se puede programar también para que se mantenga cerca de la fuente luminosa, pero sin tocarla.

Estos ejemplos muestran que la mera expresión de una emoción puede ser interpretada como un comportamiento emocional. En efecto, se le atribuyen emociones a una máquina que carece de ellas pero sí las expresa.

## 2. Emociones primarias rápidas

Los seres humanos somos capaces de enfadarnos o asustarnos antes de que las señales lleguen a la corteza cerebral y antes de ser conscientes de lo que está pasando. En ocasiones nos comportamos de acuerdo a una emoción antes de saber que la tenemos. Las reacciones emocionales no siempre son correctas, pero este tipo de errores son respuestas en favor de la supervivencia. Es lo que Damasio (2009) denomina *emociones primarias*. Así pues, se está investigando cómo incorporar este tipo de comportamiento emotivo en ordenadores.

Una de las emociones primarias más conocida e importante es el miedo. Se ha llegado a la conclusión de que su mecanismo principal es un sistema de detección de peligros. En un principio funciona de manera rápida y suelta, para hacer *a posteriori* un análisis más



pausado, analítico y preciso. Sin embargo, el miedo puede surgir a su vez de manera cognitiva, pensando en futuras situaciones amenazadoras.

Según Rosalind Picard (1998), los mecanismos cerebrales de las emociones primarias señalan dos sistemas de comunicación: uno rápido y tosco, de reconocimiento de patrones, que ejerce control sobre la corteza, equivocándose a menudo mediante la creación de falsas alarmas; y otro lento y seguro, con mayor precisión. Los dos trabajan de manera conjunta con el fin de detectar información importante, como el peligro, y desplegar todo un mecanismo para poner en marcha los sentimientos subjetivos, los controles, la modulación séptica y los mecanismos necesarios para la supervivencia. Las emociones primarias parecen ser básicas para el correcto funcionamiento de sistemas poco complejos y limitados. Así lo demuestra una escena descrita por la autora de *Los ordenadores emocionales*:

Un robot que está explorando un nuevo planeta podría estar equipado con algunas emociones básicas para mejorar sus posibilidades de sobrevivir. En un estado normal, se movería por el planeta, recogiendo y analizando datos que son comunicados a la Tierra. Pero supongamos que en un momento dado el robot se da cuenta de que está siendo físicamente agredido. En ese momento cambiaría a un nuevo estado interno, tal vez llamado “miedo”, que hace que modifique su comportamiento. En este estado podría reasignar sus recursos para hacer funcionar sus sensores perceptivos. Abriría más sus “ojos”. Asignaría mayor potencia a su sistema motor, para moverse con más rapidez y alejarse de la fuente de peligro. Siempre que el robot se mantenga en el estado de miedo no dispondría de los recursos suficientes para continuar con el análisis de datos, como las personas que no pueden concentrarse en otras cosas hasta que no pase el peligro. Sus prioridades de comunicación dejarían de ser científicas, y se convertirían en una solicitud de ayuda, si esto fuera posible. El estado de “miedo” se mantendría hasta que pasara el peligro, en cuyo momento comenzaría a disminuir

de forma gradual, hasta que el robot volviera su estado normal y pudiera concentrarse una vez más en sus objetivos científicos (Picard, R. 1998, p. 90)

Es necesario tener en cuenta que, aunque emociones como el miedo son de carácter instintivo (nos hace huir), el comportamiento se ve modificado por otros factores.

### 3. Las emociones generadas de forma cognitiva

Pese a que sabemos que las señales de los estímulos llegan a la corteza, han sido previamente generadas en el sistema límbico. Este hecho ha puesto de manifiesto la opinión de numerosos expertos al considerar las apreciaciones cognitivas como inconscientes. Pero el tipo de emociones que atañen a este capítulo están englobadas en el razonamiento cortical. Al contrario que las emociones primarias, las cognitivas pueden surgir lentamente, desencadenadas por nuestros propios pensamientos. Según Damasio (2009), las emociones secundarias se inician conscientemente, pero después generan reacciones límbicas y corporales. Sin embargo, en un ordenador, un estado afectivo no tiene por qué ir acompañado de sentimientos ni de componentes fisiológicos de las emociones. Este tipo de comportamiento, que parece tan alejado de la condición humana, encuentra similitud con los pacientes de Damasio, quienes pueden razonar sobre las emociones sin tener ningún tipo de sentimiento, como en el caso de *Elliot*.

Cuando el paciente vio una imagen de una cara horriblemente mutilada sabía que era terrible. Pero era un terror frío y racional. Sabía que antes de su tumor cerebral se hubiera sentido aterrorizado al ver la imagen. Su generación cognitiva de las emociones estaba muy bien, incluso sabía el tipo de sentimiento que tendría que tener (Damasio, A. 2009, p. 67)

Los ordenadores, al igual que *Elliot*, pueden generar las emociones, pero sin los sentimientos que suelen acompañarlas.

Otra manera de leer las emociones en sistemas inteligentes es lo que Ortony, Clore y

Collins (1996) describen en su libro *La estructura cognitiva de las emociones*, en el que abogan por la capacidad de los ordenadores para razonarlas, primando esta acción sobre la importancia de que las máquinas las tengan. Este razonamiento es importante para la comprensión del lenguaje natural, así como la planificación y la solución conjunta de problemas. Pese a que este argumento es importante para considerar un sistema inteligente, no basta. Actualmente existe un sistema de I.A., realizado en la Universidad Olavide de Sevilla a cargo del investigador José Luis Salmerón (2012), capaz de dotar de emociones sintéticas a otras máquinas. Este *software* permite construir robots habilitados para mostrarlas y con la posibilidad de anticiparse a las propiamente humanas. “El sistema desarrollado en España combina un modelo dinámico, representado por una estructura de red monocapa, y lo que se conoce como ‘lógica difusa’. Esto permite crear modelos de sistemas enormemente complejos, estableciendo relaciones no lineales con gran flexibilidad” (Un español ha creado emociones sintéticas para las I.A. Recuperado de <http://www.neoteo.com/un-espanol-ha-creado-emociones-sinteticas-para-las/>)

Actualmente, las emociones generadas en máquinas vienen dadas por medio del razonamiento cognitivo, especialmente en programas animados de *software*. El procedimiento se lleva a cabo a través de la construcción de un conjunto de reglas para la generación de estados emocionales que dependen de la información entrante. Es aquí donde encontramos el razonamiento gracias al cual el ordenador puede llegar a la conclusión de que una secuencia de acontecimientos provoca una emoción. Esta mismo razonamiento, aplicado a su situación particular, es capaz de generar una emoción en sí mismo.

#### 4. La experiencia emocional

El que un sistema reconozca su propio estado emocional es un hecho clave dentro de este tipo de experiencia, aunque no es necesario que se produzca continuamente. Si los vehículos de Braitenberg pudieran reconocer y clasificar su comportamiento, como el miedo, entonces

podríamos decir que el vehículo tiene un conocimiento de su estado emocional y, por consiguiente, entraríamos en el terreno del autoconcepto. El conocimiento de las reacciones fisiológicas es otro aspecto a tener en cuenta respecto a la experiencia emocional. En el caso del ser humano, atañe a aspectos como presión arterial, ritmo cardíaco, pies fríos, temblores, disposición inmediata para huir, etc. La mayor parte de los ordenadores no disponen de sensores que registren su estado físico en un momento determinado. Si tenemos en cuenta que la fisiología de un ordenador no es la misma que en los humanos, las experiencias fisiológicas en los primeros se han observado en ejemplos como la capacidad para registrar el momento en que la pantalla de un ordenador refleja una imagen por medio de la medición de cambios voltaicos de los cables que lo conectan al monitor.

Por último, nos topamos con el aspecto más complicado dentro de la experiencia emocional: el sentimiento subjetivo interno. La complejidad de su comprensión se traduce en su problemática para implantarse en una máquina. Hace referencia a un elemento tan abstracto como es la intuición, que nos dice si algo es bueno o malo. Su dificultad llega hasta el punto que aún no está claro si se trata de sentimientos viscerales (teniendo en cuenta que hay hormonas producidas por las vísceras que viajan por la sangre hasta llegar al cerebro). La posibilidad de medir fácilmente las sustancias bioquímicas durante los procesos emotivos, puede ayudarnos a encontrar una explicación fisiológica a la experiencia emocional, aunando los sentimientos subjetivos y la apreciación fisiológica. Este binomio daría como resultado un nuevo término: los sentimientos objetivos.

$$\boxed{\text{Sentimientos subjetivos}} + \boxed{\text{Apreciación fisiológica}} = \boxed{\text{Sentimientos objetivos}}$$

Pese a la racionalidad de esta ecuación, no existe evidencia empírica. Apreciación fisiológica, cognitiva y sentimientos subjetivos, son los tres elementos básicos para que se produzca la experiencia emocional.

Se ha llegado a dotar de comportamiento emocional a sistemas inteligentes, así como de

emociones primarias rápidas y otras generadas conscientemente, pero todo esto sin darles experiencia emocional. Las cuestiones serían por qué debemos dotarlos de este tipo de experiencia, y por qué los seres humanos tenemos experiencia emocional. Las respuestas nos llevan al tema del autoconcepto y, como consecuencia, al término consciencia.

La experiencia emocional, más allá de una cualidad humana anecdótica, explica nuestro comportamiento a nivel físico y mental: por ejemplo, nos sentimos mal por haber discutido con alguien y le pedimos perdón para sentirnos bien. A través de la experiencia emocional encontramos comprensión de nuestros valores, actos y motivaciones; nos ayuda a manejar nuestro sistema de emociones, analizando y rectificando (en ocasiones) nuestras acciones en pro del bienestar físico y psicológico.

#### 5. Relación entre mente y cuerpo

Ya se ha comentado que las emociones afectan a la cognición, y por tanto a la inteligencia; de ahí que nos encontremos con frecuencia con el término inteligencia emocional. Lo emocional está especialmente ligado a la toma de decisiones y a las relaciones de tipo social.

Desde el punto de vista fisiológico, no sólo afectan al cerebro, sino también a la expresión facial, vocal, movimientos, posturas, funcionamiento del sistema inmunitario y procesos digestivos. Otro dato importante de las emociones es su estrecha relación con la memoria, lo que replantea que esta no existiría en un sistema que no tuviera sentimientos subjetivos.

Además de los factores cognitivos y corporales, existen los bioquímicos. De hecho, en un intento de mejorar el estado de ánimo de una persona con depresión, lo que se intenta es ajustar los niveles de un neurotransmisor: la serotonina. Las relaciones entre las emociones y los procesos bioquímicos varían según las personas, y deben tomarse en cuenta factores como la educación o la personalidad.

El aspecto de la relación de emociones entre la mente y el cuerpo que más interesa en los ordenadores es la influencia de las emociones sobre la cognición. En cambio, los buenos sentimientos vienen de recuerdos positivos, afectividad, etc. En el momento de la toma de decisiones, estos sentimientos nos empujan lejos de los malos recuerdos y en la dirección de los buenos. Como proponen Damasio, Bechara y Tranel (1997), en estudios efectuados en personas con el cerebro frontal lesionado, parece que estos mecanismos son operativos antes de que se active el conocimiento declarativo en el razonamiento. Se trata del conocimiento de hechos. Es una de las maneras de almacenamiento de la información en la memoria a largo plazo.

Aluizo Araujo (1994) ha concebido un modelo que pretende integrar las reacciones emocionales fisiológicas y su influencia en el razonamiento. El Modelo de Araujo representa las emociones mediante dimensiones de excitación y valencia, explica Rosalind Piccard (1998). Consiste en dos redes neurales interrelacionadas: la “red emocional” y la “red cognitiva”. Ambas son diseñadas para imitar de forma aproximada el papel de las zonas límbicas y corticales del cerebro respectivamente. Este modelo ha sido creado para simular el efecto del estado de ánimo sobre la memoria y el aprendizaje.

Existen, sin embargo, ciertos problemas respecto a la implementación de memoria en los ordenadores, que no resuelve el Modelo de Araujo.

El primer problema es que los ordenadores no atribuyen valencia a todo lo que aprenden; debe haber algún mecanismo que etiquete los datos como buenos o malos. El segundo problema está relacionado con los mecanismos para la implementación de una memoria dependiente del estado de ánimo. Una solución parcial sería construir un bit adicional para cada dato en la memoria, incorporando la información sobre la valencia del dato (Picard, R. 1998, p. 268)

En un ordenador, la imitación de la influencia de las emociones sobre el cuerpo humano

es menos obvia. Aunque en un principio parece razonable que las emociones de un ordenador funcionen igual (desde el punto de vista biológico) que en los hombres, no existe una necesidad básica obvia para que sea así, ya que, por ejemplo, ningún agente racional sintético tiene un sistema inmunitario como el humano, pese a que sí están dotados de sensores y mecanismos de detección de virus informáticos. Existe la posibilidad de que los mecanismos de control en I.A. funcionen de manera más semejante a los mecanismos físicos que operan en el sistema emocional humano, en cuanto adquieran una mayor complejidad y asuman grandes responsabilidades.

La memoria es otro factor importante a tener en cuenta respecto a las emociones. Así como existe una influencia de estas en el aprendizaje y la toma de decisiones, también se ejerce sobre la memoria. Según los expertos, en ella se almacenan conceptos, ideas, planes, y cada experiencia va ligada a una valencia determinada.

#### Comprobación del Comportamiento Emocional

Según Picard (1998), los cinco componentes de las emociones dan como resultado una serie de pruebas para valorar si el ordenador presenta un comportamiento emocional o, por el contrario, carece de él. El planteamiento base de estas pruebas recuerda al famoso *Test de Turing*, ideado en los años 50 del siglo pasado, en los albores de la I.A. Ambos son realizados para contestar a la cuestión de si existe comportamiento emotivo, en el primer caso, e inteligencia en el segundo. El método para descubrir estas características tan abstractas se basan en la incapacidad del sujeto para discernir entre un humano o una máquina.

Las pruebas de Picard (1998) conllevan una serie de componentes:

- comportamiento emocional. Si una persona ajena observa el comportamiento del sistema, ¿lo describe con el adjetivo emocional correcto?
- emociones primarias rápidas. ¿Responde el sistema rápidamente y con

comportamientos claros a los estímulos amenazadores, utilizando todos sus recursos para reaccionar adecuadamente?

- las emociones cognitivas. En una situación dada, ¿es capaz el sistema de razonar sobre las emociones que genere y aplicar los mismos razonamientos a las situaciones que encuentra, identificando su estado con la emoción generada?
- la experiencia emocional. ¿Cuál es el informe sobre el estado interno afectivo del sistema? ¿Sus sensores registran distintos sentimientos para distintas emociones?
- interacciones entre el cuerpo y la mente. ¿Es más probable que el sistema reconozca e identifique informaciones positivas cuando su estado de ánimo es positivo, y al contrario?
- pruebas adicionales. Tomando una situación en la que hay dos personas y sustituyendo a una de ellas para que sea una situación entre una persona y un ordenador.

En rasgos generales, estas teorías surgen de la cuestión base de si la capacidad de tener emociones implica tener consciencia. La neurobiología nos dice que tenemos reacciones emocionales antes de ser conscientes de las mismas. Algunos de los sistemas emocionales de nuestro cerebro llegan a actuar sin control, incluso sin que lo sepamos, siendo conscientes de ello una vez que ya ha tenido lugar. Por ejemplo, la emoción primaria de ira puede tener como consecuencias el aumento del ritmo cardíaco y cambios en la presión sanguínea y en los niveles de adrenalina, antes de que nos demos cuenta. Cuando somos conscientes, decimos que nos hemos enfadado. Así pues, la identificación de este estado y los sentimientos que conlleva son conscientes; sin embargo, no ocurre lo mismo con el surgimiento de los mismos. Por tanto, la consciencia atañe al punto cuatro en cuanto experiencia emocional, pero no interviene en la generación de la emoción.

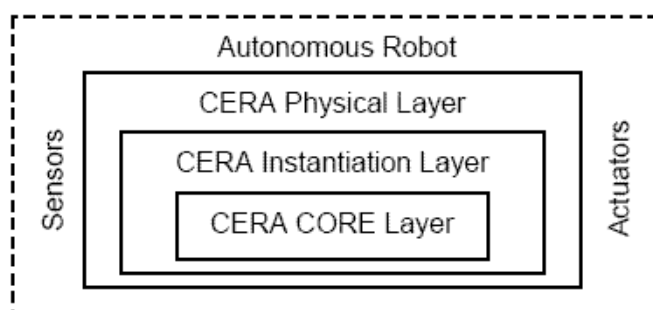
La consciencia no es necesaria para que ocurran las emociones, ya que muchas de



estas funcionan con independencia de aquella, aunque ayuda a la planificación. Si sabemos que cierta situación nos genera incomodidad o malestar, podemos planear algo para evitarla, lo que atañe a la flexibilidad de actuación y respuesta.

No es necesaria, pues, la consciencia en sistemas inteligentes que reproduzcan emociones simples, pero sí es imprescindible para que sepan reconocer las emociones y puedan aprender de la experiencia emotiva. Por otro lado, emociones más complejas como la vergüenza o el sentimiento de culpabilidad requieren un cierto autoconcepto.

Investigadores del departamento de informática de la Universidad Juan Carlos III de Madrid han desarrollado CERA (Conscious and Emotional Reasoning Architecture), consistente en una serie de parámetros cognitivos que controlan algunas funciones cerebrales como la contextualización o la atención, que atañen al razonamiento consciente. Está formado por un sistema *software* que hace posible la integración de componentes cognitivos en un sistema autónomo. Según Raúl Arrabales, “está diseñada para ser un entorno de investigación en el cual se pueden probar diferentes modelos de consciencia y emociones”. (Arrabales, R. Nuevos pasos hacia la construcción de máquinas conscientes. Recuperado de [http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad\\_cientifica/noticias/conciencia\\_maquinas](http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad_cientifica/noticias/conciencia_maquinas))



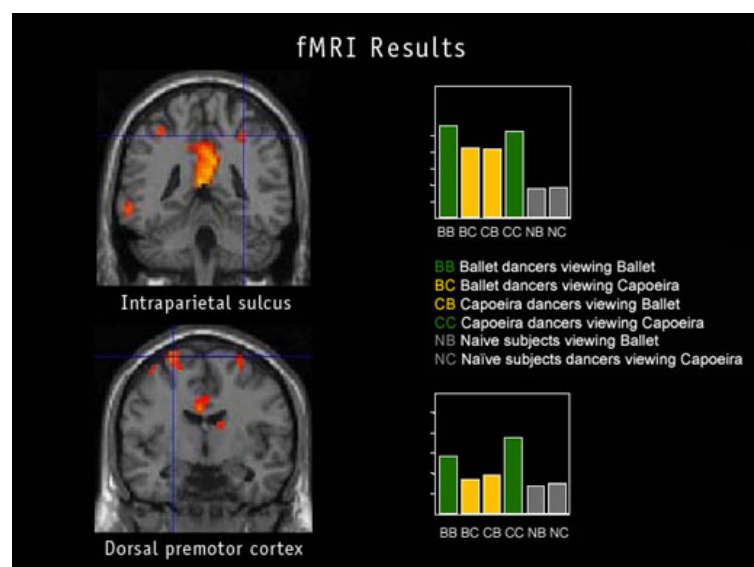
**Figura 18.** Esquema del diseño en capas de CERA.

CERA está compuesto por tres capas: en la más interna se haya el modelo de consciencia racional, la capa núcleo, seguida de los sistemas cognitivos específicos del problema y, por último, la capa física, que contiene la definición de los sistemas sensorio motores específicos del sistema inteligente.

Recuperado de <http://www.conscious-robots.com/raul/conciencia-artificial/41-conciencia-artificial/74-cera.html>

Continúa diciendo Arrabales: “al implementar un modelo de conciencia se espera que su aplicación sea de utilidad en entornos reales, con capacidad de procesar multitud de estímulos y de afrontar y responder situaciones desconocidas” (Arrabales, R. Nuevos pasos hacia la construcción de máquinas conscientes. Recuperado de [http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad\\_cientifica/noticias/conciencia\\_maquinas](http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad_cientifica/noticias/conciencia_maquinas))

Estos proyectos se realizan gracias a los avances neurológicos generados por los adelantos en imagen por ordenador, como la Imagen Funcional de Resonancia Magnética, que desvelan los entresijos del funcionamiento cerebral, desbancando cada vez más a la espiritualidad del concepto.



**Figura 19.** Imagen Funcional de Resonancia Magnética (fMRI).

Esta técnica permite obtener información sobre la naturaleza y composición de elementos naturales y artificiales.

Recuperado de <http://www.pbs.org/wgbh/nova/sciencenow/3204/01-audiocap.html>

Según Arrabales Moreno, “en un entorno abarrotado donde se oyen multitud de voces la mayoría de las palabras son filtradas, es decir, procesadas inconscientemente. Sin embargo, si alguien pronuncia tu nombre, esa voz pasa a primer plano” (Arrabales, R. Nuevos pasos hacia la construcción de máquinas conscientes. Recuperado de [http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad\\_cientifica/noticias/conciencia\\_maquinas](http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad_cientifica/noticias/conciencia_maquinas)) De ahí, la importancia de procesos inconscientes, que se transforman en conscientes, por un

motivo de supervivencia. El investigador añade: “el gran desafío de la conciencia en máquinas es precisamente, diseñar el cerebro” (Arrabales, R. Nuevos pasos hacia la construcción de máquinas conscientes. Recuperado de [http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad\\_cientifica/noticias/conciencia\\_maquinas](http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad_cientifica/noticias/conciencia_maquinas))

*Cyber Child* es uno de los modelos tecnológicos utilizados para este tipo de computación, imitando el sistema nervioso humano a nivel neurofisiológico, así como las interacciones producidas entre diversas partes del cerebro.

Respecto a los prototipos que simulan la conciencia en máquinas, aparte del ya mencionado (CERA), encontraríamos el robot CRONO, IDA o LIDA. Todos estos enfoques tienen como denominador común la aplicación de redes neuronales artificiales, simuladas mediante *software* o implementadas de manera directa, a través de microchips de silicio. La emulación de procesos cerebrales en plataformas robóticas es otra de las opciones que se están llevando a cabo.



**Figura 20.** Silicio.

Este elemento químico, está presente en gran cantidad de componentes informáticos, debido a su propiedad de metal semiconductor. Su uso es tan numeroso, que ya se habla de la *Era del Silicio*.

Recuperado de <http://www.rdnatural.es/plantas-y-nutrientes-para-el-organismo/minerales/silicio/>

Pese a todos estos avances, sigue habiendo una cierta complejidad a la hora de implementar la autoconciencia en un sistema inteligente. “Para que un sistema de memoria sea capaz de almacenar una experiencia personal, es preciso que exista un modelo del ‘yo’

en la ‘mente’ (Arrabales, R. Nuevos pasos hacia la construcción de máquinas conscientes.

Recuperado de

[http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad\\_cientifica/noticias/conciencia\\_maquinas](http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad_cientifica/noticias/conciencia_maquinas))

Todos estos métodos representan el intento de introducir factores de tipo psicológico en sistemas artificiales. El investigador apunta que “ya se están introduciendo factores psicológicos como en el caso de los mecanismos de atención. Así podríamos decir que un robot se distrae cuando su sistema de atención no funciona bien” (Arrabales, R. Nuevos pasos hacia la construcción de máquinas conscientes. Recuperado de [http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad\\_cientifica/noticias/conciencia\\_maquinas](http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad_cientifica/noticias/conciencia_maquinas)), evidenciando que ya se están llevando a cabo modelos cognitivos de la mente, y su consecuente representación en sistemas de control en robots.

En cierto modo, hasta hace poco, tanto en el campo de la I.A. como en el propiamente humano, se ha establecido una jerarquización liderada por la razón, sin tener en cuenta que los sentimientos y la intuición son dos de los componentes primordiales en la toma de decisiones.

Cuando se presenta un problema con soluciones limitadas, en el que el tiempo permite un enfoque lógico, los ordenadores encuentran rápido la respuesta; no hacen falta emociones para este tipo de dilemas. En cambio, cuando se presentan cuestiones cuyas posibilidades no pueden ser enumeradas y valoradas dentro del plazo disponible es cuando se lleva a cabo la toma emocional de decisiones como la mejor de las soluciones posibles. Las personas utilizamos los sentimientos para manejarnos en un mar de respuestas. Según Picard (1998), son estos sentimientos a lo que llamamos intuición.

Los seres humanos reaccionamos ante la resolución de problemas con inteligencia, pero también con flexibilidad. Este último concepto es uno de los más complicados dentro de la ciencia de la computación. Todo esto a pesar de que, en comparación con un ordenador,

poseemos conocimientos insuficientes, memoria limitada y procesos mentales lentos. “Uno de los componentes primordiales de la toma de decisiones por los seres humanos es el afecto, y tenemos la posibilidad de equipararlo en los ordenadores” (Picard, R. 1998, p. 266)

**3.6. “LOS ORDENADORES SON INÚTILES. SÓLO PUEDEN DARTE RESPUESTAS”** (Picasso, P. 2005. Ordenadores inútiles. Recuperado de <http://www.microsiervos.com/archivo/frases-citas/cita-picasso-ordenadores.html>)

En un principio, esta frase puede parecernos un sinsentido, ya que una de las características de la naturaleza humana es buscar continuamente respuestas. En eso se basa nuestra evolución y avance. Pero es más importante la capacidad del medio informático para generar preguntas que para encontrar respuestas dentro de sí mismo. La I.A. se ha transformado, casi sin darnos cuenta, en generador de preguntas transcendentales referentes a nuestra propia condición, y que plantean, en algunos casos, la reconsideración y revisión de conceptos asimilados:

- ¿Qué es y qué no es un ser vivo?
- ¿Cuál es el origen fisiológico de emociones y sentimientos?
- ¿Sólo el ser humano puede ser considerado como creativo?
- ¿Es posible la evolución humana a través de la computación?
- Nuevo concepto de ser humano como híbrido hombre-máquina.

Pero a parte de estas cuestiones que surgen de la propia condición de la disciplina computacional, se plantean las preguntas que nos realizan los propios programas basados en I.A. Existe la doble consideración de la acción de pensar: máquinas que creen que piensan y personas que se enfrentan a un *chatbot* y llegan a imaginar que están manteniendo una conversación con otra persona. En algunos momentos, pese a que el individuo es consciente de que está entablando una conversación con una máquina, se establece una comunicación

más o menos profunda, llegando incluso a aparecer la sensación de empatía, olvidando que no se está ante otro ser humano.

Esto lo he experimentado en primera persona, a través de la obra de Ken Feingold (2013) en el Espacio Fundación Telefónica de Madrid. Artista cuyo trabajo ha explorado la capacidad comunicativa de la video-instalación, la programación basada en la web y la escultura cinemática. La pieza pertenecía a la exposición *Arte y Vida Artificial. Vida 1999-2012*. Se trataba de una exposición a modo de recopilación de las obras premiadas en el certamen que organiza la propia fundación, y que tiene como fondo el lema de la exposición. Más adelante volveré a retomar esta exposición para comentar otros aspectos y obras de la misma, pero en este caso me interesa resaltar la experiencia que se produjo mediante *Head* (Feingold, K. 2000)

Una cabeza humana animatrónica verdaderamente realista reposa sobre una mesita, mirando al espacio y parpadeando como una persona. El visitante puede de repente oír que alguien le dice algo y, de la misma sorpresa, puede encontrarse contestando a una cabeza sin cuerpo. (...) Lo más notable de esta cabeza es que puede entender el inglés hablado y puede participar en algo parecido a una conversación. Escucha lo que se le dice, hace una especie de interpretación y responde (¿Por qué suena el teléfono aunque se vaya la luz? 2012. Recuperado de <http://espacio.fundaciontelefonica.com/2012/08/08/visitas-guiadas-cubismo-telecomunicaciones-premiosvida/>)

El *software* de *Head* proviene de un ordenador provisto de un sistema operativo de Linux, y con una arquitectura cliente-servidor, es decir, un modelo en el que las tareas se reparten entre los proveedores (servidores) y los demandantes (clientes). Un cliente realiza peticiones a otro programa (el servidor), que le da respuesta. Esta separación entre cliente y servidor es de tipo lógico.



**Figura 21.** *Head* (1999-2000), Feingold, K.  
Exposición *Arte y Vida Artificial. Vida 1999-2012*. Espacio Fundación Telefónica, Madrid.  
En la imagen aparece el autor frente a su instalación.  
Recuperado de <http://fotopaco.blogspot.com.es/2014/02/espacioftef-avance-premios-vida-150.html>

El servidor es una aplicación que utiliza un SDK (Kit de Desarrollo de Software) que reconoce la voz. Dirige toda la información que capta a un puerto determinado, una vez ha conectado la aplicación al cliente. Este mira el *socket* (punto final de la conexión) y reconoce cuándo se ha terminado de hablar, a través de un intervalo configurado para el silencio. A continuación, procesa el texto que ha percibido mediante rutinas de tratamiento de lenguaje natural.

Esta obra, al igual que muchos programas de tipo *chatbot*, utiliza algoritmos de comparación para formular respuestas a partir de una base de gran cantidad de datos de análisis complejo en lengua inglesa. *Head* ofrece la posibilidad de hacer rimas, frases literarias o aliteraciones en base a lo que ha escuchado. Todos estos “extras”, junto con los estados de ánimo que se activan mediante determinadas palabras, ayudan a que la cabeza se aleje de lo computacional y se acerque a nuestro propio lenguaje. Pero este ejemplo también ofrece lenguaje no verbal, al incorporar una cabeza animatrónica. El mecanismo del ojo hace

que parpadee de manera realista.

A continuación se muestra un ejemplo del diálogo mantenido entre *Head* y un visitante:

Visitante: Hola  
Cabeza: **Hola**  
V: ¿Cómo estás?  
C: **Me siento tan agraviada. No sé si todo el mundo la empujaría a la izquierda o no.**  
V: ¿Quién te ha agraviado?  
C: **Las deliciosas condiciones demoran a los osados que han sido perturbados**  
V: ¿A qué osados se perturba?  
C: **A aquel, el pesado**  
V: ¿Quién es el pesado?  
C: **El absurdo**  
V: ¿Quién es el absurdo?  
C: **El inconsciente**  
V: ¿Qué es lo inconsciente?  
C: **Es algo que hace sentirme lento con los grupos**  
V: Interesante. ¿Por qué lento?  
C: **Porque los niños lo arrugaron. Laaaalaaaadee Mooommmmm**  
V: ¿los niños?  
C: **El niño irá tras las cosas que encogen**  
V: Por favor, explícate  
C: ¿No has dicho algo sobre presencia?  
V: No, ¿te sientes con ganas de discutir?  
C: **Yo no tengo sentimientos. ¿Quieres que me parezca a otra cosa?**  
V: ¿A qué?  
C: **El robot envolverá octopi. ¿Captas de qué voy?**  
V: ¿De qué vas?  
C: **¿Dónde está mi casa?. ¿Nervios en la foto?**  
V: ¿Y yo qué sé?  
C: **De los restos llenos de pelo de los naufragios colgaban mecanismos dañinos. Podría, afonía, manía, debería, debería, podría. Ixnixilaltlotl.**  
V: Haces unas rimas muy extrañas  
C: **Estoy agotada. Ojalá alguien me apagara**

**Figura 22.** Ejemplo de un diálogo mantenido entre *Head* y un visitante.



Transcripción de una conversación de la obra de Feingold que carece de sentido por momentos.  
Recuperado de [http://www.fundacion.telefonica.com/en/actualidad/detalle/01\\_07\\_2013\\_urru\\_2611](http://www.fundacion.telefonica.com/en/actualidad/detalle/01_07_2013_urru_2611)

En la conversación que aparece a continuación, se aprecia la introducción de elementos pertenecientes al mundo del subconsciente, de los sentimientos e incluso de la poesía. En una parte del diálogo la cabeza dice: “yo no tengo sentimientos. ¿Quieres que me parezca a otra cosa?” Se establece una introducción a la problemática que presenta la propia programación de la obra. Pese a que hay momentos de la conversación que no tienen pleno sentido o coherencia, la cabeza intenta establecer una comunicación directa, involucrando al visitante, con frases integradoras como: “¿captas de qué voy?”. Por último, casi al final del diálogo, *Head* realiza una especie de poesía, “de los restos llenos de pelo de los naufragios colgaban mecanismos dañinos”.

Pese a que la interacción con *Head* no se presenta del todo correcta, si la comparamos con una conversación entre dos personas sí muestra intenciones de lo que se persigue en computación aplicada al campo social, lo que nos remite a la idea de que siempre imaginamos antes de realizar. Idealizamos una situación deseable en la que, aunque no sabemos cómo solucionar ciertos aspectos técnicos, nuestra creatividad ya ha planteado el escenario y la acción; y tarde o temprano, la técnica llega. El cine es uno de los ejemplos más claros de esta idea, como sistema de proyección del diálogo que imaginamos entre la tecnología y nuestra mente. *Her*, la película de Spike Jonze (2013), muestra con profundidad el final del camino que se pretende trazar con el diseño de sistemas inteligentes a modo de “acompañantes”, “amigos” o “compañeros sentimentales”.

La película nos presenta un futuro que, a juzgar por el *atrezzo*, se ubica en un espacio de tiempo de unos treinta años respecto al momento presente. A simple vista, las mayor parte de las estampas que presenta *Her* no difieren de nuestra contemporaneidad: individuos que interactúan con aparatos tecnológicos personales, una especie de móvil evolucionado. Y, como ocurre en la actualidad, dentro de la aparente colectividad e hiperconectividad se

esconde la individualidad exacerbada, en la que nos encontramos tan ensimismados que no parecemos ser conscientes de nuestro entorno. La película muestra programas de ordenador especialmente diseñados para interactuar con personas con el único propósito de ofrecer compañía. Se presenta el extremo máximo de esta relación con lo computacional, en el que un individuo se llega a enamorar del *software* aún sabiendo que se trata de un sistema artificial sin forma física. Por el momento, el intento de sistemas de tipo social no son tan sofisticados como para que pueda ocurrir como en el ejemplo filmico que se acaba de describir.



**Figura 23.** Escena de la película *Her* (2013), Spike Jonze.

Esta imagen de la película muestra la individualidad humana a través de una comunicación humano-máquina, que deja de lado el que las personas interactúen entre ellas.

Recuperado de <http://geektyrant.com/news/terrific-trailer-for-spike-jonzes-romance-her>

*Head* nos remite a los primitivos programas de pseudo I.A. como *Eliza* (programa creado por Joseph Weizenbaum en el año 1965 en el MIT). Pese a que fue creado unos 30 años antes, presenta la posibilidad de un diálogo similar a los que se puede establecer con los *chatbot* actuales. En 1968 Daniel Bobrow informó de que cierto ejecutivo, al intentar comunicarse con un programador (donde casualmente estaba instalado ELIZA), confundió el programa informático con el programador humano. Según Bobrow ELIZA superó entonces el Test de Turing, ya que fue confundido con un humano.

```

=====
EEEEEEE L      IIIIII ZZZZZZZ AAA
E      L      I      Z      A  A
E      L      I      Z      A  A
EEEEEE L      I      Z      A  A
E      L      I      Z      AAAAAA
E      L      I      Z      A  A
EEEEEEE LLLLLLL IIIIII ZZZZZZ  A  A
=====
ELIZA > (PLEASE TYPE IN ALL CAPS) WHAT'S YOUR NAME DEAR ?
AMIT
ELIZA > HI, I'M ELIZA. WHAT DO YOU WANT TO TALK ABOUT ?
AMIT > CAN I TALK ABOUT MY PROBLEM ?
ELIZA > SURE... !
AMIT > DUE TO ON GOING EXAMS IN COLLEGE, I HAVE A LOT OF STRESS.
ELIZA > PLEASE RELAX A LITTLE. SLEEP WELL.
AMIT > THANKS FOR YOUR ADVICE.
ELIZA > NO MENTION.
AMIT > BYE
ELIZA > BYE AND KEEP IN TOUCH...
=====

```

**Figura 24.** Extracto de una conversación con *Eliza*. El programa simula el comportamiento de un psiquiatra, formulando una serie de preguntas al usuario (paciente).

Recuperado de <http://www.planet-source-code.com/vb/scripts/ShowCode.asp?txtCodeId=5369&lngWId=3>

*Parry* es otro de los ejemplos de robots conversacionales. Simula el comportamiento de un paciente paranoico. Como en todos estos tipos de programas, posee un alto grado de convicción; sin embargo, se ha demostrado que carece de consciencia de sus pensamientos y, por lo tanto, ignora completamente lo que dice. Son programas que, hasta el momento, se limitan a reconocer palabras clave (que buscan en su base de datos) dentro de la frase tecleada por la persona, basándose en las reglas sintéticas definidas de antemano, generando una respuesta adecuada.

```

(Comienza el psiquiatra):
¿Por qué estás en el hospital?
NO DEBERÍA ESTAR AQUÍ
¿Quién te trajo aquí?
LA POLICÍA
¿Qué problemas tienes con la policía?
LOS POLICÍAS NO HACEN SU TRABAJO
¿Qué hacen pues?
LOS POLIS ARRESTAN A LOS QUE NO DEBEN
A veces arrestan a los que deben
LA LEY DEBERÍA COGER A ESOS LADRONES

```

ITALIANOS  
¿Eres italiano?  
MIS ANTEPASADOS SON BRITÁNICOS PERO NACÍ  
EN ESTE PAÍS  
¿Conoces a algún ladrón italiano?  
IINTENTO EVITAR LOS BAJOS MUNDOS  
¿Tienes miedo de los bajos mundos?  
LA MAFIA SON LOS PEORES GANSTERS  
¿Estás relacionado con la mafia?  
YA SABES, ELLOS ME CONOCEN  
¿Cómo que te conocen?  
ME ESPÍAN

**Figura 25.** Extracto de una conversación entre *Parry* y un psiquiatra. Como ocurre en gran parte de conversaciones mantenidas con sistema mecánico, difiere mucho del lenguaje natural que se aprecia en una interrelación entre personas.  
Recuperado de <https://www.google.es/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=parry+upm>

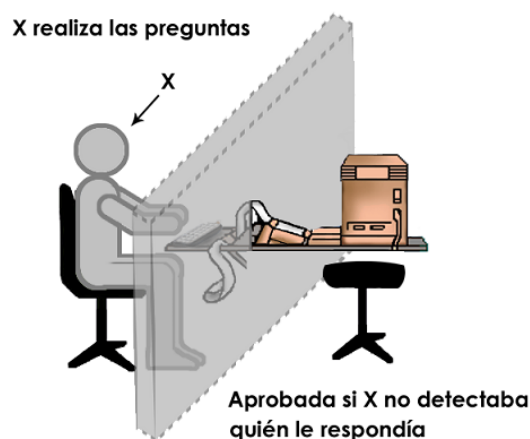
El Test de Turing y, por tanto, todos estos modelos de *chatbots* que se derivan de él, formulan la pregunta: ¿la I.A. persigue simular que piensa o hacerlo realmente? El conductismo es una buena manera de justificar el comportamiento de estos programas mediante la combinación estímulo-respuesta. Así, lo que se requería para pasar el Test de Turing es que la máquina ofreciese una serie de respuestas, imitando a los humanos. Esto se puede interpretar como un engaño de la computadora respecto a la mente humana. De este modo, una máquina será considerada inteligente si es capaz de mentir. Y si buscamos una máxima semejanza de la máquina con la manera de pensar de un humano debemos introducir el error de manera consciente.

“I think that maybe robots need to be less like chess players and more like stage actors and more like musicians.” Maybe they should be able to take chances and improvise. And maybe they should be able to anticipate what you're about to do. And maybe they need to be able to make mistakes and correct them, because in the end we are human. And maybe as humans, robots that are a little less than perfect are just

perfect for us. (Hoffman, G. 2013 Robost with soul. Recuperado de [http://www.ted.com/talks/guy\\_hoffman\\_robots\\_with\\_soul/transcript](http://www.ted.com/talks/guy_hoffman_robots_with_soul/transcript))

(Creo que tal vez los robots tienen que ser menos como los jugadores de ajedrez y más como actores de teatro y músicos. Tal vez deberían ser capaces de tomar riesgos e improvisar. Y tal vez deberían ser capaces de anticipar lo que estás a punto de hacer. Y tal vez tienen que ser capaces de cometer errores y corregirlos, porque al fin y al cabo somos humanos. Y quizás como los humanos, los robots que no son perfectos, lo son para nosotros).

Todo esto nos reconduce a las pruebas sometidas a programas inteligentes y, aunque en los comienzos de la I.A. el Test de Turing podía ser considerado como válido, debemos plantearnos si lo sigue siendo o si deberíamos reformular la prueba. Si esta disciplina computacional avanza, quizás deberían evolucionar también las bases sobre las que se sustentan los "test de inteligencia" para ordenadores.



**Figura 26.** Esquema del *Test de Turing*.

En 1950, el británico Alan Turing, realizó la conocida prueba. Consiste en un "juez" que interroga de modo remoto a una computadora y a un ser humano mediante mensajes de texto. Recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Test\\_de\\_Turing](http://es.wikipedia.org/wiki/Test_de_Turing)

Muchas veces la formulación de estas cuestiones deriva en que, si aún no somos capaces de conocer los mecanismos de la creatividad y no sabemos qué es y cómo funciona la conciencia, ¿cómo vamos a implementarlos en sistemas artificiales? Pero también es verdad,

que la historia de la ciencia está repleta de afirmaciones y conocimientos que no se basan en una experiencia real. Es decir, no sólo “sabemos” que las galaxias y las estrellas están ahí, sino que también conocemos datos específicos sin haberlo experimentado en primera persona, sin que ningún individuo pisase una estrella y la analizase de primera mano: “como nuestro Sol, una estrella típica tiene una superficie visible llamada fotosfera, una atmósfera llena de gases calientes y, por encima de ellas, una corona más difusa y una corriente de partículas denominada viento estelar” (Estrellas del universo. Recuperado de <http://www.astromia.com/universo/lasestrellas.htm>)

La idea de máquina, no sólo como procesador de información sino también como productor, se refleja de manera notable en el campo educativo. En parte se debe al procesamiento de información en paralelo, es decir:

(...) “permiten recibir y procesar la información que proviene de distintos puntos al mismo tiempo, de la misma manera en que suponemos que el ser humano lo hace”. Gracias al procesamiento en paralelo es posible que las redes neuronales puedan aprender por ejemplos y se ajusten a sí mismas para encontrar la configuración más adecuada en la resolución de un problema (Ponce, A. 1994. Inteligencia Artificial y educación. Recuperado de [http://sinectica.iteso.mx/assets/files/articulos/05\\_inteligencia\\_artificial\\_y\\_educacion.pdf](http://sinectica.iteso.mx/assets/files/articulos/05_inteligencia_artificial_y_educacion.pdf))

La introducción de sistemas inteligentes en contextos docentes pretende mejorar de alguna manera los procesos de aprendizaje.

Existen varios tipos de programas en la máquina, según sea su *modus operandi*. Los programas lineales han sido comparados con la figura del tutor, ya que es:

(...) un programa que hace uso de una interfaz gráfica para comunicarse con el usuario, dicho programa también debe ser flexible y abierto a las posibles

sugerencias del alumno, "de igual modo debe ser capaz de responder a sus preguntas; en una palabra, "un buen ITS debe actuar según lo haría un buen profesor" (Perdomo, J. 2012. Inteligencia Artificial aplicada a la educación. Recuperado de [http://t01nocturno.blogspot.com.es/2012/06/2\\_29.html](http://t01nocturno.blogspot.com.es/2012/06/2_29.html))

Los sucesores de los programas lineales fueron los ramificados. Estos incorporaron la técnica *Pattern-matching*, que ofrecía la posibilidad de presentar más de dos respuestas correctas, o al menos mínimamente aceptables. Uno de los inconvenientes de este y otros programas similares es la incapacidad para establecer una enseñanza individualizada, ya que a igual respuesta corresponde una misma actuación por parte del sistema.

Los programas generativos, sin embargo, ofrecieron una nueva manera de plantear la educación: "los alumnos aprenden mejor enfrentándose a los problemas de dificultad adecuada, que atendiendo a explicaciones sistemáticas" (Perdomo, J. 2012. Inteligencia Artificial aplicada a la educación. Recuperado de [http://t01nocturno.blogspot.com.es/2012/06/2\\_29.html](http://t01nocturno.blogspot.com.es/2012/06/2_29.html)). La propia computadora es la que crea el material docente, generando problemas, ofreciendo soluciones y evaluando las respuestas de los alumnos.

En su libro de 1954, Skinner ya señalaba que dividiendo las etapas de aprendizaje de una tarea en pequeños pasos, y que estos recibiesen reforzamiento contingente, podría incrementar la frecuencia de respuestas correctas, y por tanto facilitar el proceso de aprendizaje con los mínimos errores posibles. (Valero, L. 2008. Máquinas de enseñanza de Skinner. Recuperado de [http://www.conducta.org/articulos/maquinas\\_ens.htm](http://www.conducta.org/articulos/maquinas_ens.htm))

Pese al aspecto rudimentario de la misma, utilizaba los principios de conducta para mejorar el proceso de aprendizaje, iniciando la llamada *enseñanza programada*. La máquina de Skinner consistía en una tira enrollada de papel que se veía, en parte, a través de una abertura de la máquina. Se podía leer una frase incompleta o ejercicio a resolver por el

alumno. Este tenía que escribir la respuesta en otra tira de papel y, más tarde, movía una regla transparente donde se encontraban las respuestas escritas. De esta forma, la máquina lograba saber si se había contestado erróneamente sin necesidad de indicar al alumno la respuesta correcta.



**Figura 27.** Máquina de enseñanza (mediados del s.XX) B.F. Skinner. Imagen procedente del National Museum of American History. Esta máquina de aspecto rudimentario, puede ser considerada como el principal antecedente del aspecto educativo de la I.A.  
Recuperado de [http://www.conducta.org/articulos/maquinas\\_ens.htm](http://www.conducta.org/articulos/maquinas_ens.htm)

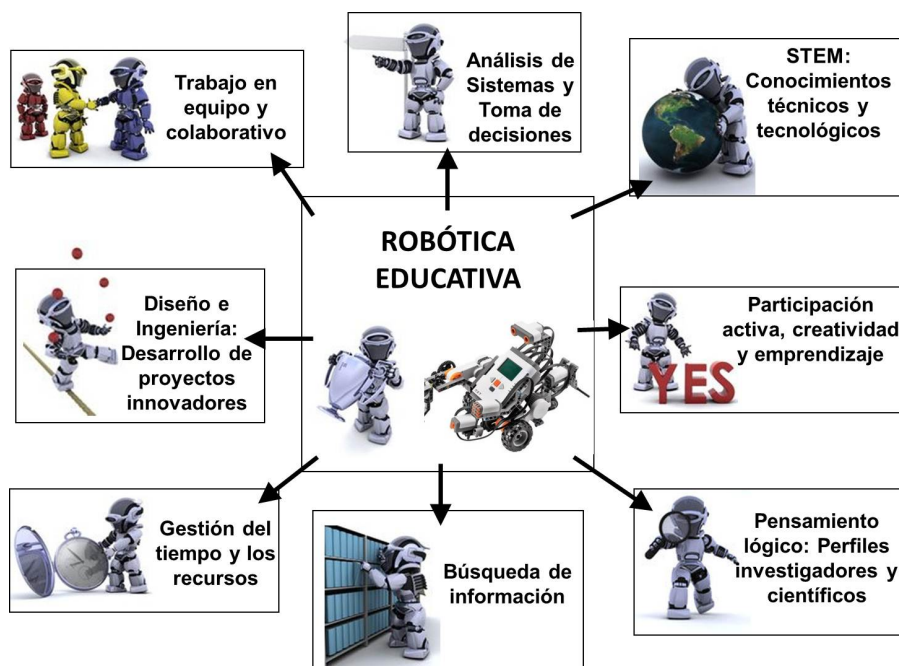
La introducción de I.A. con fines educativos tiene una doble vertiente: su utilización como herramienta o método de trabajo, y su propia construcción.

Cuando los alumnos construyen robots aprenden de manera simultánea multitud de conceptos de ciencia, matemáticas, ingeniería y, por supuesto, de creatividad, integrando así múltiples disciplinas en un único proyecto. Pero estos sistemas no sólo ayudan al alumno, sino también al profesor. La robótica educativa permite hacer más que estudiar, pasando a una docencia activa.

Todas estas innovaciones tecnológicas en el ámbito de la enseñanza requieren de nuevos



modelos pedagógicos que se adapten a estas circunstancias: modos de organización, estructuras, métodos de enseñanza, utilización compartida de los recursos, etc.



**Figura 28.** Diagrama de los beneficios de la robótica educativa.

Este esquema representa algunas de las ventajas de trabajar con robots en el aula.

Recuperado de <http://doplay.es/soluciones-curriculum/robotica-2/concepto/robotica/>

En la actualidad, la totalidad de los estudiantes son nativos digitales, por lo que es natural que aprendan y se manejen con dispositivos inteligentes en el contexto pedagógico. Pese a que los sistemas artificiales pueden aportar mucho en materias como matemáticas, tecnología o biología, tienen una serie de limitaciones a la hora de enseñar asignaturas de naturaleza más abstracta. Estos programas pueden enseñar a los estudiantes los fundamentos, pero según algunos expertos, hasta el momento no son ideales para ayudar a los estudiantes a aprender conceptos como el pensamiento abstracto o la creatividad, algo para lo que aún se requieren profesores convencionales.

Los robots utilizados como tutores son, por necesidad, robots emocionales; sin embargo, no todos alcanzan el nivel necesario de interactividad. Tienen que ser capaces de aprender por sí mismos, así como atender y comprender a cada alumno de manera individualizada.

Juyang Weng (2012), co-fundador del Laboratorio de Inteligencia de la Universidad Estatal de Michigan, comenta al respecto: “traditional robots, even ones used in education, aren’t really interactive, he says, but are often just a new interface for familiar computer programs” (Weng, J. 2012. Coming soon to a kindergarten classroom: robot teachers. Recuperado de [http://www.slate.com/blogs/future\\_tense/2012/08/06/robots\\_may\\_become\\_elementary\\_school\\_teachers\\_in\\_the\\_future\\_.html](http://www.slate.com/blogs/future_tense/2012/08/06/robots_may_become_elementary_school_teachers_in_the_future_.html)) (“Los robots traicionales, incluso los utilizados en educación, no son realmente interactivos, comenta, pero en general son solo nuevas interfaces para programas computacionales”).



**Figura 29.** *Engkey* (2013), creado por Korean Institute of Science and Technology. Este sistema inteligente ya se utiliza en las aulas surcoreanas para enseñar inglés. Recuperado de <http://www.joannejacobs.com/2010/12/robots-teach-english-in-south-korea/>

La imagen muestra uno de los robots *Engkey*, desarrollado por el Instituto Coreano de Ciencia y Tecnología, que enseñan inglés en colegios de Corea del sur. Estos dispositivos son controlados por profesores desde Filipinas. Tienen una pantalla de televisión para la visualización de un rostro. Así, los profesores pueden ver y oír a los estudiantes y dirigen los movimientos de los robots por el aula. La capacidad de movimiento de estos sistemas es muy importante ya que, gracias a esta, bailan al compás de la música, cantan canciones con los niños y realizan diversos juegos educativos.

El proyecto *Engkey* ha sido introducido en escuelas de Corea del Sur para solucionar la falta de profesores nativos de inglés y mejorar la capacidad de aprendizaje de los alumnos. En palabras de Kim Mi-Young (2013), funcionario de educación: “Having robots in the classroom makes the students more active in participating, especially shy ones afraid of speaking out to human teachers” (Hi, I’m Robo-teacher: Droids with human faces wheeled into class to teach English, 2010. Recuperado de <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1342152/Robot-teachers-human-faces-roll-classroom-run-English-lessons.html>) (Tener robots en clase hace que los alumnos sean más activos y participen, especialmente los tímidos que temen hablar con profesores humanos)

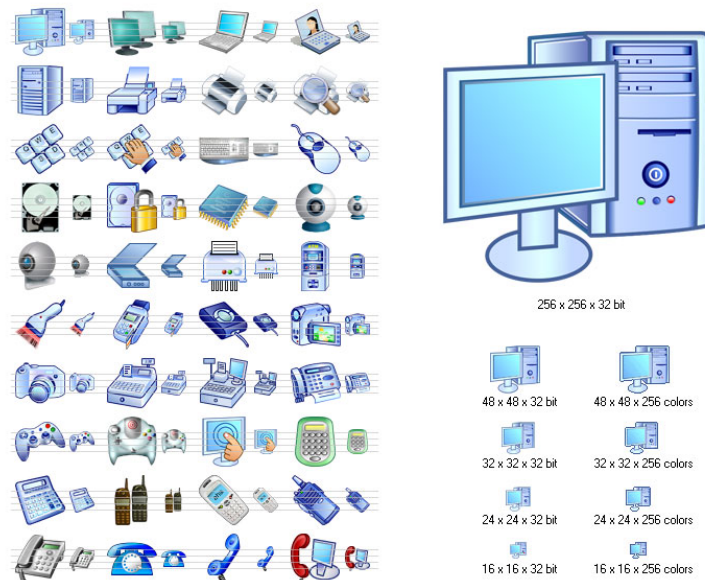
### 3.7. PERCEPCIÓN MECÁNICA

¿Los ordenadores tienen que tener cuerpo para tener emociones? Esta pregunta surge a raíz de todo lo comentado hasta ahora respecto a los componentes físicos y cognitivos del sistema emocional humano. El libro de Damasio (1999), *El error de Descartes*, ya en su propio título, pone de manifiesto la mala consideración de separar la mente del cuerpo. Más allá de las aproximaciones llevadas a cabo por expertos, no se nos muestra como natural pensar en un cerebro sin cuerpo.

A simple vista, podríamos tomar como cuerpo en los ordenadores el *hardware*; y en el caso de la mente, el *software*. Pero la relación más estrecha entre ambos respecto a procesos emotivos, la encontramos a través de su rapidez o lentitud.

En el *hardware*, al ser más ágil, se implementan las emociones primarias rápidas. El *software*, al ser más premioso, correspondería a las emociones más lentas y de tipo cognitivas. Actualmente, esta relación ha sido mejorada, añadiendo la rigidez a la rapidez y la flexibilidad a la lentitud. Esto quiere decir que, aunque no somos capaces de encontrar en las reacciones químicas cerebrales su traducción exacta, sí la encontramos en muchas de las

operaciones de *hardware* o *software*. Así, algunos procesos límbicos caracterizados por su rápida y rígida actuación (que pueden provocar errores) se englobarían dentro del *hardware*, mientras que los procesos de tipo cortical se refieren al *software*, debido a su lentitud (pero mayor exactitud).



**Figura 30.** Diferentes ejemplos de *hardware*.

*Hardware* hace referencia a los componentes tecnológicos físicos que interactúan con una computadora.

Recuperado de <https://afgv.wordpress.com/hardware/>

Las distinciones entre *software* y *hardware* son poco claras cuando se trata de un sistema inteligente al que se le ha implantado cierta capacidad emotiva. Se pueden usar mecanismos *software* para llevar a cabo los procesos emocionales rápidos y lentos.

Por ejemplo, una criatura animada podría dejar de comer para evitar un balón gigante aunque éste fuera blando. Un sistema *software* podría tener un instinto de supervivencia que se traduzca en maniobras masivas para protegerse de un virus.

Podría también imitar la reacción humana de pedir auxilio (Picard, R. 1998, p. 100)

Este tipo de comportamiento se basa en la emoción primaria del miedo, tanto en humanos como en otros animales.

Los ordenadores Tandem se caracterizan por un sistema basado en mecanismos de

supervivencia. Están compuestos por la arquitectura *Nonstop*, consistente en utilizar un número abundante de procesadores, junto con dispositivos de almacenamiento, dispuestos a dar una respuesta rápida, incluso cuando falla el *hardware*. El sobrecalentamiento es uno de los problemas a los que se enfrentan estos ordenadores. Una vez detectado el fallo, el ordenador indica “abre la puerta, aquí hace demasiado calor”. En el caso de no ser autosuficiente con la resolución del problema, él mismo encarga un disco nuevo: avisa al personal de la compañía (Tandem), incluyendo el número de Federal Express y el número de la orden de compra que ha utilizado. Este ejemplo no utiliza un sistema explícitamente emocional, pero sí uno emergente. Se trata de sistemas complejos que son utilizados para resolver problemas de manera espontánea y ascendente (a partir de elementos no inteligentes). El trabajo individual hace que se lleve a cabo un comportamiento colectivo. Este tipo de arquitecturas de organización se encuentran en varios niveles de nuestra realidad: hormigas, neuronas, ciudades, redes sociales o *software*.

El ejemplo más obvio de cerebros (ordenadores) con cuerpo (en computación) lo encontramos en los robots. Existen dos grandes divisiones a simple vista: los robots de gran semejanza física al ser humano y los que, por el contrario, pese a estar dotados de inteligencia artificial, nos recuerdan por su aspecto a cualquier máquina.

En la siguiente figura (31) se puede apreciar un ejemplo de robot hecho a imagen y semejanza humana; en este caso a su creador, Hiroshi Ishiguro.

Pese a que existe una tendencia en construir robots con apariencia humana, esto no es un requisito indispensable para que el sistema despierte empatía o emociones en el ser humano. En palabras del profesor Hoffman (2013), investigador en el campo de la interacción humano-robot, haciendo una comparación de cómo se provocan las reacciones emocionales en animación, “(...) when you want to arouse emotions, it doesn't matter so much how something looks, it's all in the motion, it's in the timing of how the thing moves” (Hoffman,

G. 2014. Robots with soul. Recuperado de [http://www.ted.com/talks/guy\\_hoffman\\_robots\\_with\\_soul/transcript](http://www.ted.com/talks/guy_hoffman_robots_with_soul/transcript)) “(...) cuando se quiere provocar emociones, no importa tanto el aspecto físico, todo está en el movimiento, en el tiempo de cómo las cosas se mueven.



**Figura 31.** Clon robot (2010), Hiroshi Ishiguro.  
En la imagen se aprecia la gran semejanza entre el robot y su creador Hiroshi Ishiguro.  
Recuperado de <http://www.robocommunity.com/fórum/thread/11718/interview-with-hiroshi-ishiguro-in-new-scientist>

Su creador describe así a *Travis*:

Travis (aka Shimi) is a robotic smartphone speaker dock and music listening companion. Travis is a musical entertainment robot computationally controlled by an Android smartphone, and serves both as an amplified speaker dock, and a socially expressive robot. Travis is designed to enhance a human's music listening experience by providing social presence and audience companionship, as well as by embodying the music played on the device as a performance. We developed Travis as a research platform to examine human-robot interaction as it relates to media consumption, robotic companionship, nonverbal behavior, timing, and physical presence. (Hoffman, G. Travis. Shimi robotic speaker dock. Recuperado de <http://guyhoffman.com/travis-shimi-robotic-speaker-dock/>)

(Es un robot de entretenimiento musical computacionalmente controlado por un teléfono inteligente Android, y sirve a la vez como una base de altavoces amplificados, y un robot socialmente expresiva. Travis está diseñado para mejorar la experiencia de escuchar música de un ser humano, proporcionando presencia social y la audiencia de compañía, e incorpora la música que se reproduce en el dispositivo como una actuación. Desarrollamos Travis como plataforma de investigación para examinar la interacción entre humanos y robots, ya que se relaciona con el consumo de los medios de comunicación, el compañerismo robótico, la conducta no verbal, así como la oportunidad y presencia física).



**Figura 32.** *Travis* (2013), Guy Hoffman.  
Travis es un teléfono inteligente de escucha robótica.  
Recuperado de <http://i.ytimg.com/vi/utV1sdjr4PY/maxresdefault.jpg>

Aquí nos encontramos ante un sistema que no sólo es reproductor, sino también productor de emociones, empatía y sensaciones. *Travis* es la personificación de “robots con alma”, de la intención de crear máquinas que van más allá de una estricta utilidad o funcionalidad.

La emulación o experimentación de emociones en sistemas inteligentes está aún en vías de desarrollo. Lo que sí se puede asegurar de manera positivista, es el hecho de que estas máquinas son ya capaces de percibir e interpretar emociones humanas; sin olvidar que la percepción humana está influida por las emociones. Ante un estímulo ambiguo, el receptor lo interpretará de manera positiva o negativa según su estado de ánimo. Sin embargo,



existen numerosas reacciones emocionales que pueden ser medidas físicamente por medio de sensores, micrófonos o cámaras. Así, la mayor parte de la captura de información es facial y vocal. Se puede reconocer la expresión emocional y determinar un estado de ánimo a través de la combinación de patrones de señales de bajo y alto nivel.

Todo esto nos remite a una de las cuestiones que se viene tratando a lo largo de esta tesis: ¿por qué surge la necesidad de crear máquinas emocionales? Una respuesta posible sería la modelización de la subjetividad que sostiene André Parente (2007): “toda sociedad produce equipamientos o máquinas de modelización de la subjetividad: máquinas iniciáticas, retóricas, afectivas, involucradas en las instituciones (religiosas, militares, corporativas, financieras), en las tecnologías (lenguaje oral, escrito, computador) y en nuestros dispositivos (cámara obscura, panóptico, televisión, realidad virtual)” (Parente, A. 2005, p. 74)

El contacto físico con los dispositivos inteligentes permite la recogida de señales, como el electromiograma (EMG), consistente en el registro de información, mediante electrodos de potencial eléctrico, que tiene lugar en el músculo esquelético cuando este se activa. También se puede medir la tensión del volumen sanguíneo (TVS) a través de la fotoplestismografía, que ilumina la piel con luz infrarroja y mide el reflejo. Se consigue mediante un sensor colocado en la punta de un dedo.

Las ondas en una TVS manifiestan la periodicidad de los latidos del corazón. Cuando la persona está asustada o ansiosa, la señal generada llega a un punto máximo. En cambio, se crea un incremento en la amplitud de onda cuando la persona está relajada.

La reacción galvánica de la piel (RGP) hace referencia a la conductividad de la misma y se mide mediante electrodos. Se aplica un voltaje imperceptible y se mide la conductividad en los electrodos.

Por último, la respiración es otro de los elementos fisiológicos que se miden para la el



percepción emocional. Este tipo de señal se recoge mediante una cinta de velcro que rodea tórax. El recorrido de expansión de la cinta se interpreta como cambio de voltaje y se traduce en ondas que indican el ritmo y profundidad de la respiración del sujeto.

Todas estas señales deben trasladarse al formato digital para que los dispositivos inteligentes puedan procesarlos. Una vez recogidas las muestras, el ordenador obtiene una representación de la señal a modo de números binarios. Finalmente, se analizan las cualidades de la señal recibida con la expresión de una emoción.

Una de las claves para entender cómo se lleva a cabo la percepción de emociones por parte de un sistema inteligente se reduce a la idea de que lo que se comunica o expresa son patrones de información. Como tales, pueden ser representados en un ordenador. Así, el reconocimiento de emociones no es otra cosa que la identificación de patrones. Sin embargo, esta afirmación básica contiene cuestiones que han de ser resueltas, “(...) ¿cuáles son las relaciones directas entre los estados emotivos y sus patrones de expresión?” (Picard, R. 1998, p. 204)

Stanley Schachter (2004), psicólogo norteamericano que propuso los determinantes situacionales de las emociones, sostiene que las diferentes emociones varían de una forma cognitiva, no física. Debe tenerse en cuenta que Schachter (2004) mantenía esta postura en los años sesenta, con lo que, gracias a los avances en análisis de señales, se ha demostrado la existencia de patrones fisiológicos propios de las emociones. Aún así, no existe una única señal que indique una reacción emocional.

Pese a todos estos avances tecnológicos, que nos han permitido descartar posibles ideas erróneas respecto a los reconocimientos emocionales, llegamos a un punto de desconcierto; es decir, resulta complicado pensar en la posibilidad de que una máquina identifique todos nuestros sentimientos cuando ni nosotros mismos somos capaces de categorizarlos con exactitud.

Los avances en interfaces capaces de interpretar tus señales cerebrales y tu sistema operativo serán capaces de saber lo que necesitas sin necesidad de mantener siquiera una conversación, asegura Fenn, que cree que, dentro de poco, los sistemas operativos podrán comunicarse con nuestro cerebro para ayudarnos a cambiar nuestro estado de ánimo si así lo deseamos (La premisa de la que parte la película Her no está tan lejos de la realidad. 2014. Recuperado de <http://cyborgcultura.ticbeat.com/premisa-parte-pelicula-her-no-esta-tan-lejos-de-la-realidad/>)

A esto debe sumarse la incapacidad de expresar ciertas emociones. El hecho de que un ordenador sea un espectador de nuestro comportamiento dificulta, aún más, la pretensión de nuestro reconocimiento emocional. En la actualidad, el acceso a nuestra mente y cuerpo, por parte de sistemas inteligentes, ha solventado en gran medida esta problemática. “Los ordenadores ya son capaces de medir el nivel de presión sanguínea, la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal de los humanos” (La premisa de la que parte la película Her no está tan lejos de la realidad. 2014. Recuperado de <http://cyborgcultura.ticbeat.com/premisa-parte-pelicula-her-no-esta-tan-lejos-de-la-realidad/>) Además, estos agentes con gran capacidad de percepción mecánica advierten síntomas emocionales que se nos escapan a los humanos. Jackie Fenn (2014) comenta que “las microexpresiones que revelan los verdaderos sentimientos de una persona duran menos de la quinta parte de un segundo y no suelen ser percibidas por los otros, pero un ordenador sí puede detectarlas fácilmente mientras analiza un streaming de vídeo” (La premisa de la que parte la película Her no está tan lejos de la realidad. 2014. Recuperado de <http://cyborgcultura.ticbeat.com/premisa-parte-pelicula-her-no-esta-tan-lejos-de-la-realidad/>)

La posición de un ordenador ante nosotros no es tan diferente a la interacción entre dos humanos. En esta, la empatía juega un papel primordial a la hora de analizar a la persona

que tenemos delante. Por eso, elementos como las prendas informáticas u ordenadores corporales serán más precisos debido a la posibilidad de recogida de señales fisiológicas. Los llamados *Cleverbot* personifican la intención de Turing, ya que son capaces de aprender a través de las conversaciones entre humanos. De hecho, este tipo de sistema fue sometido a la prueba del Test de Turing en el Techniche festival del Instituto Indio de Tecnología, en septiembre del 2011. “Thirty volunteers conducted a typed 4-minute conversation with an unknown entity. Half of the volunteers spoke to humans while the rest chatted with Cleverbot. All the conversations were displayed on large screens for an audience to see” (Aron, J. 2011. Shotware tricks people into thinking it is human. Recuperado de <http://www.newscientist.com/article/dn20865-software-tricks-people-into-thinking-it-is-human.html>) “Treinta voluntarios llevaron a cabo una conversación mecanografiada de 4 minutos con una entidad desconocida. La mitad de los voluntarios habló con seres humanos, mientras que el resto conversó con Cleverbot. Todas las conversaciones se visualizaron en pantallas grandes para que la audiencia pudiese verlas”.

Both the participants and the audience then rated the humanness of all the responses, with Cleverbot voted 59.3 per cent human, while the humans themselves were rated just 63.3 per cent human. A total of 1334 votes were cast – many more than in any previous Turing test, says Cleverbot's developer and A.I. specialist Rollo Carpenter. (Aron, J. 2011. Shotware tricks people into thinking it is human. Recuperado de <http://www.newscientist.com/article/dn20865-software-tricks-people-into-thinking-it-is-human.html>)

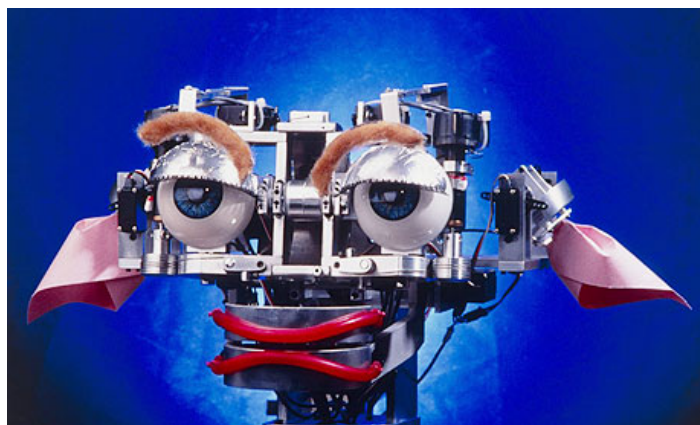
(Tanto los participantes como el público calificaron el grado de humanidad de todas las respuestas, Cleverbot fue votado un 59,3 como humano, mientras que los propios seres humanos fueron calificados sólo un 63.3 por ciento. Fueron emitidos un total de 1.334 votos - muchos más que en cualquier prueba anterior de Turing, comenta Rollo

Carpenter, ingeniero de Cleverbot y especialista en I.A.)

Pese a que los sistemas informáticos están más preparados para la recogida de datos, somos nosotros, los humanos, quienes, por el momento, hacemos una mejor interpretación de las señales recibidas. Se abre una nueva posibilidad: la unión de un ordenador emocional corporal y una persona. Gracias a esta combinación, el individuo podrá aprender cosas de sí mismo y, por consiguiente, avanzar en el autoconocimiento.

*Kismet* es una cabeza de robot construida a finales de los años 90. Se diseñó en el MIT (Massachusetts Institute of Technology), y actualmente se encuentra en su museo.

Con este robot se ha demostrado la posibilidad de simulación de emociones y apariencias humanas, ya que posee sistemas de audición, expresividad y visualización para llevar a cabo una interacción social de tipo humano.



**Figura 33.** *Kismet* enfadado (1999). Cynthia Breazeal.

El robot tiene un estado emocional interno, que exterioriza mediante expresiones fáciles. Si está cansado, sus ojos se inclinan hacia abajo; si está contento, se coloca erguido y sonríe.

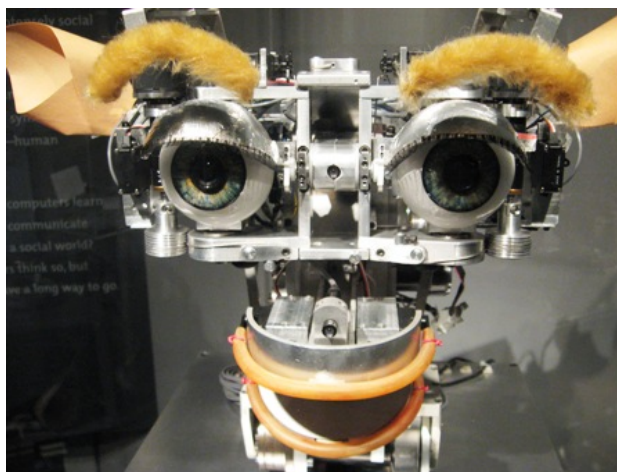
Recuperado de <http://rhizome.org/discuss/view/40327/>

Esta interacción entre el robot y la persona es muy visual, basada en el tipo de miradas, la expresión de la cara y el movimiento de los músculos faciales. Además, *Kismet* es capaz de diferenciar el significado de una misma frase según su entonación.

“Las características del robot, su comportamiento y emociones trabajan juntos para que pueda interactuar con los humanos de una forma intuitiva y natural” (El equipo del MIT construye un robot social. 2001. Recuperado de <http://genaltruista.com/notas/00000317.htm>)

El que *Kismet* demuestre sus emociones mediante la expresividad facial y reconozca en el humano las mismas expresiones facilita la interactividad y relación social con las personas; estaríamos, pues, ante una relación empática.

Como sistema terapéutico, *Kismet* ayuda a personas con el Síndrome de Aspergen (trastorno del desarrollo cerebral que se traduce en deficiencias en la interacción social y coordinación motora. Este tipo de pacientes tienen dificultades para leer expresiones de carácter social, lo cual es una continua fuente de estrés). Así, la interactividad con la cabeza del robot les ayuda a familiarizarse con las relaciones humanas y evitar situaciones de estrés ante la socialización con otros humanos.



**Figura 34.** *Kismet*. Deyers, C. (2010) MIT Museum.  
En esta imagen se puede ver al robot del MIT, con una expresión facial que indica que está contento.  
Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/cdevers/4456489056/>

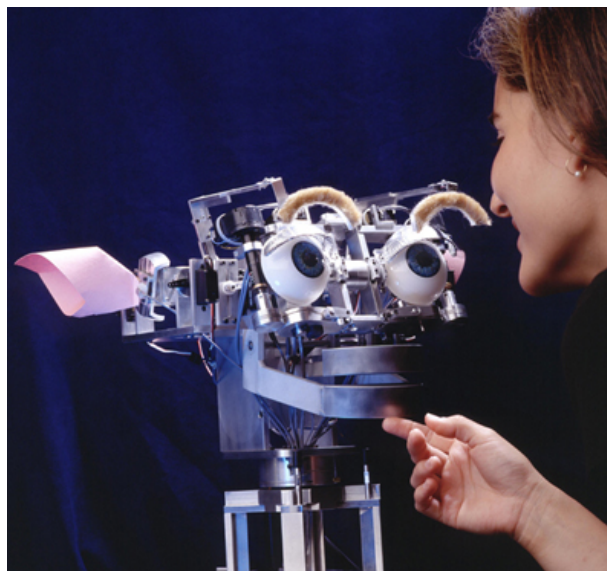
También asiste a personas que simplemente tengan dificultades en las interacciones de tipo social. En un tercer grado, el robot funciona a modo de divertimento y compañía. Respeto a su funcionamiento, *Kismet* está formado por seis subsistemas:

- sistema de extracción de características de bajo nivel.
- sistema de percepción de alto nivel.
- sistema de atención.
- sistema de motivación.

- sistema de comportamiento.
- sistema de motor.

*Kismet* tiene la capacidad de clasificar los estímulos de mayor a menor, según su importancia dentro del medio ambiente, y organizar su comportamiento en base a ellos. El sistema de motivación es el encargado de regular y mantener al robot en un correcto estado, y el de comportamiento toma decisiones respecto a la ejecución. Posee un amplio número de formas de actuación en su repertorio, así como de algunas motivaciones, por lo que su objetivo cambia en el tiempo y según los estímulos recibidos y los conocimientos adquiridos. Su sistema motor es el encargado de llevar a cabo estos objetivos de manera correcta.

Este aparato expresivo, con modalidades de percepción y motoras, está adaptado a los canales de comunicación humana.



**Figura 35.** *Kismet* (1999). Cynthia Breazeal.  
*Kismet* reaccionando ante el contacto humano.  
Recuperado de <http://www.ai.mit.edu/projects/sociable/ongoing-research.html>

Para llevar a cabo una interacción natural, el robot se vale de sensores de entrada visuales, así como de audición y percepción. La salida motora incluye expresiones faciales, vocalización y capacidades para ajustar la dirección de la mirada y la orientación de la

cabeza. Este sistema motor es el que conduce los sensores visual y de audición a la fuente de los estímulos y muestra señales comunicativas, lo que evidencia una vez más la base fisiológica de las emociones, que son expresadas mediante movimientos involuntarios de los músculos faciales, que se ofrecen al resto de seres vivos como advertencia del estado interno del individuo.

El robot está inspirado en el comportamiento de interactividad entre niños y adultos. A través de *Kismet* se realiza también un estudio de las relaciones humanas, analizándolas con detalle, “el objetivo es construir una máquina socialmente inteligente que aprende las cosas que le enseñamos a través de las interacciones sociales” (El equipo del MIT construye un robot social. 2001. Recuperado de <http://genaltruista.com/notas/00000317.htm>)

La creación de *Kismet* es una muestra de la evolución de los robots. Se pretende construir seres inteligentes capaces de entendernos en nuestra totalidad y que, al mismo tiempo, sean capaces de mantener una relación de tipo emocional, “las características del robot, su comportamiento y “emociones” trabajan juntos para que pueda interactuar con los humanos de una forma intuitiva y natural” (El equipo del MIT construye un robot social. 2001. Recuperado de <http://genaltruista.com/notas/00000317.htm>)

Ante este hecho, existe un temor en ciertas personas de creer que este acercamiento a la condición propia del ser humano supone un acto de deshumanización. “Creo que la gente muchas veces tiene miedo de que la tecnología nos haga menos humanos. *Kismet* es un contrapunto para eso, realmente celebra nuestra humanidad. Este es un robot que se basa en las interacciones sociales” (El equipo del MIT construye un robot social. 2001. Recuperado de <http://genaltruista.com/notas/00000317.htm>)

La creación de ejemplares como este suponen un antes y un después en la sociedad. A un nivel más globalizado, este tipo de ordenadores cambian nuestra manera de relacionarnos con los demás y lanzan preguntarnos qué es lo que está vivo y qué no lo está.

Si este artificio parece sorprendente, debemos añadir que ha sido construido hace unos veinte años. Más recientes son los logros del Laboratorio de Percepción Mecánica de la Universidad de San Diego, California (2002). Consiguieron desarrollar un ordenador capaz de comprender la emoción humana a través de una gran base de datos con patrones de la expresión emocional. El ordenador realiza el rostro de una persona treinta veces por segundo, detectando cada mínimo cambio. También reconoce movimientos, junto con la tonalidad de voz, permitiendo averiguar en cada momento el estado psíquico del sujeto analizado.

Un par de años más tarde, y en este mismo país, encontramos otro ejemplo, llevado a cabo en el Laboratorio Nacional de Sandía (Estados Unidos), de percepción de emociones; en este caso, colectivas. Se creó un sistema capaz de reconocer las emociones de un grupo de personas con la finalidad de potenciar el equipo. Han sido aplicadas a la máquina cualidades humanas necesarias para su supervivencia, e innatas en su especie, ya que el hombre es un ser social que vive gracias al resto de congéneres.

Los recopilación de datos para el reconocimiento de emociones se realizó a través de la monitorización del ritmo respiratorio y cardíaco, así como del reconocimiento de la expresión facial, los movimientos y el tono de voz. Su tarea consiste en registrar emociones de un colectivo de usuarios integrados en un programa común. Permite a todos percibir si los demás miembros están tristes o contentos, enfadados, animados, etc. Pero también puede advertir a alguien que está provocando el aburriendo de los asistentes a una conferencia debido a un discurso pesado, o avisar de que alguien tiene algo importante que decir.

En nuestro país encontramos una de las últimas creaciones en emoción robotizada: *Aisoy I*.

Se trata de un sistema que puede procesar emociones mientras dialoga con personas. “El robot comienza a relacionarse al sacarlo de la caja, sin necesidad de programarlo, según sus



creadores, en un intento por acercar la tecnología a las personas y hacerla lo más natural posible” (Cerdeira, C. 2014. Asoy 1, un robot con sentimientos creado en España. Recuperado de <http://www.europapress.es/portaltic/gadgets/noticia-robot-sentimientos-aisoy-aun-no-habla-scarlett-johanson-tiempo-tiempo-20140314082933.html>)



**Figura 36.** *Aisoy1*. Creado por la empresa española Este modelo computacional aprende de su entorno, por lo que logra dar la respuesta más adecuada a cada persona y su comportamiento se efectúa en función de la forma en la que el usuario lo trate.  
Recuperado de <http://www.robotshop.com/media/catalog/product/cache/1/image/800x800/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/a/i/aisoy1-programmable-humanoid-robot-duo-kit.jpg>

Aisoy1 está capacitado para tomar sus propias decisiones y razonar, así como expresar 14 estados emocionales.

Estos robots tienen tres niveles de programación con interfaces sencillas e intuitivas como es el caso de Scratch o AIDA, una herramienta muy visual esta última que permite a los robots comportarse de una forma que elija el usuario. Cuentan además con sensores de tacto, de inclinación, movimiento en el cuello, ojos y cejas, y una cámara. (Cerdeira, C. 2014. Asoy 1, un robot con sentimientos creado en España. Recuperado de <http://www.europapress.es/portaltic/gadgets/noticia-robot-sentimientos-aisoy-aun-no-habla-scarlett-johanson-tiempo-tiempo-20140314082933.html>)

En palabras del director de producto y responsable de ingeniería y desarrollo, (García, D. 2014) el lema de este proyecto es una robótica social para todos, acercando la tecnología a

las personas y normanizándola en los hogares. Actualmente, *Aisoy1* es utilizado por alumnos y profesores en 30 institutos de Alicante. “Los niños aprenden no solo de programación y tecnología sino también de ciencia, creatividad o trigonometría” (Cerdeira, C. 2014. Asoy 1, un robot con sentimientos creado en España. Recuperado de <http://www.europapress.es/portaltic/gadgets/noticia-robot-sentimientos-aisoy-aun-no-habla-scarlett-johanson-tiempo-tiempo-20140314082933.html>)

Estos avances respecto a la percepción sientan las bases para la consecución de las dos siguientes acciones: sentir y expresar emociones. Este hecho demuestra otra similitud respecto a los seres humanos, ya que para sentir algo y expresar aquello que se está sintiendo es necesario haber obtenido estímulos previos (por medio de sensores, en el caso de sistemas inteligentes; y de los sentidos, en el caso de los humanos). Si oigo una serpiente de cascabel, siento miedo; o si veo un animal moribundo, siento pena.

En el caso de los robots, la captación de estímulos del medio se realiza mediante las técnicas comentadas anteriormente, y con otras como el reconocimiento de dilatación de las pupilas, posturas corporales, monitorización del ritmo cardíaco, presión arterial, ritmo respiratorio, en definitiva, todo lo que controla el llamado cerebro homeostático, encargado de regular los equilibrios fisiológicos que ponen en funcionamiento nuestro cuerpo.

Los sistemas comentados podrían englobarse bajo el nombre de espejos emocionales. Son programas capaces de relacionarse con una persona para ayudarle a conocer su comportamiento frente a los demás en situaciones diversas. Conllevan una serie de sistemas de percepción: un micrófono, una cámara y múltiples sensores. Pese a su similitud con un espejo (de ahí su nombre), son mucho más sofisticados que este, ofreciendo respuestas más complejas y completas. Están dirigidos a personas que quieran mejorar su comportamiento social. Al tratarse de sistemas interactivos, una persona puede asumir diversos roles ante diversas situaciones para comprobar cuál se adecúa más ante la situación prefijada. De esta

manera, el programa se convierte en un sistema de pruebas relacionadas con la inteligencia emocional, que al fin y al cabo, puede ser aprendida.

PAULINE (Planning and Uttering Language in Natural Enviroments) es otro ejemplo de ayuda emocional para el usuario. Se trata de un software capaz de asignar un tono negativo, neutral o positivo a un texto, para reescribirlo con otra tendencia. Existe una problemática en los *emails* respecto a la percepción del tono de los mismos, además de la complicación que entraña la influencia del estado de ánimo de la persona que lleva a cabo la percepción. Un usuario enfadado, en el momento en el que lee un correo electrónico, encontrará signos negativos que le llevarán a pensar que el *email* tiene una tendencia poco amistosa. Los emoticonos han sido creados, precisamente, para ayudar a la correcta asimilación del tono del mensaje, aunque esta ayuda para resolver el conflicto emocional no es del todo efectiva (un ejemplo de ello es la utilización de un emoticono llorando en modo sarcástico). Lo que PAULINE ofrece al usuario es la posibilidad de que un correo electrónico pueda ser leído por este, aportando una voz con inflexión; puede, a su vez, transmitir la expresión facial de la persona que ha escrito el mensaje. De manera secundaria, el ritmo y la presión en las teclas ejercida por los dedos completarían la información recopilada para un correcto diagnóstico. Este agente puede, por tanto, avisar del tono del texto antes de enviarlo y hacer lo mismo con los mensajes recibidos.

Pero también se puede pasar del texto al habla. Stephen Hawking depende de un ordenador para comunicarse. Con los dedos aprieta una especie de ratón con el que incorpora una silla de ruedas. Una voz lo expresa, por medio de la conversación de textos, en lenguaje hablado.

Pese a que esto supone un gran avance para aquellas personas que no pueden hablar, es necesaria una serie de mejoras en este tipo de máquinas, ya que recitan todo con el mismo tono de voz.



**Figura 37.** Stephen Hawking.

Con los dedos aprieta una especie de ratón con el que selecciona las palabras de un menú de posibilidades que le ofrece el ordenador portátil que incorpora su silla de ruedas. Una voz lo expresa, por medio de la conversión de textos, en lenguaje hablado.

Recuperado de <http://www.examiner.com/images/blog/wysiwyg/image/Hawking.jpg>

La entonación con la que se dice algo aporta una información muy valiosa al mensaje. Las continuas modulaciones de voz en un mensaje lo enriquecen y permiten que sigamos prestando atención al emisor. A todo esto debemos añadir la difícil tarea de transmitir sentimientos mediante una voz artificial plana, en la que no existe enfado, preocupación, alegría o risa. Parte de este problema tiene que ver con el tiempo: el lenguaje hablado comprende de 180 a 250 palabras por minuto y, sin embargo, un mecanógrafo experto abarca alrededor de sesenta palabras por minuto. En el caso de las personas con discapacidad que utilizan los teclados para comunicarse, no suelen sobrepasar las diez palabras por minuto.

Una de las opciones que se podrían llevar a cabo (ya se ha utilizado en otros casos) es el reconocimiento emocional del emisor por parte de la máquina, a través del análisis de la expresión corporal. Así, si el estado afectivo del usuario pudiera ser transmitido al sintetizador de voz, no haría falta transmitirlo a través del teclado: la modulación de la expresión corporal se traduciría en modulación de la expresión oral.

Badzinski (1999) destaca la importancia de la inflexión emocional cuando se lee una

historia, ya que no sólo permite que disfrutemos más de la misma, sino que, gracias a esa modulación emocional, los niños aumentan su capacidad de comprensión.

### 3.8. ARTE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL (ARTISTA ARTIFICIAL, ARTE ARTIFICIAL)

“Cualquier creación artística es hija de su tiempo y madre de nuestros sentimientos. Igualmente, cada período cultural produce un arte que le es propio y que no puede repetirse” (Kandinsky, V. 1996, p.21)

Uno de los primeros nexos entre arte e I.A. es el carácter evolutivo de ambos.

A lo largo de la presente investigación, se ha expuesto la llamada I.A. como consecuencia máxima de nuestro proceso evolutivo. Sucede de igual manera con el arte: comenzó como una necesidad del Homo sapiens de carácter ritual, religioso e incluso mágico.



**Figura 38.** Detalle de las pinturas rupestres en las Cuevas de *Lascaux* (28.000-10.000 a. de C.) Francia.

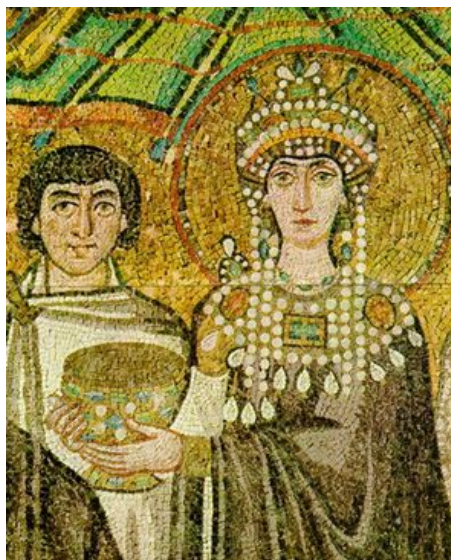
La figura humana aparece con cabeza de pájaro, lo que sugiere un nivel de simbolismo.

Recuperado de <http://startlediguana.wordpress.com/2013/10/17/cave-paintings-lascaux-france/>

En las cuevas de Lascaux (Francia, 28.000-10.000 años A.C.) se encuentra el llamado *Hall de los Toros*, que está considerado como el inicio de la Historia artística y científica. En él se puede apreciar la cuidadosa observación de las especies animales, desde el punto de

vista anatómico y psicológico, como antecedente de la actividad Darwiniana. Pero este ejemplo de percepción prehistórica evidencia también la contemplación de la energía espiritual a través de los dibujos parietales, llevados a cabo con gran destreza artística, representando una muy satisfactoria intención de movimiento.

El siguiente gran paso en el que se puede englobar este proceso evolutivo del arte conforma un significado eminentemente ornamental (aunque de una manera secundaria pueda tener tintes propagandísticos o de cierto orden social).



**Figura 39.** Retrato de Teodora (s.VI d.c.), autor desconocido. Ejemplo de arte bizantino utilizado con fines propagandísticos, fusionando la imagen política y religiosa, en una doble declaración de autoridad.  
Recuperado de <http://www.sofiaoriginals.com/abr7132.jpg>

Por último, nos encontramos en un momento en el cual el arte responde a una función de tipo social; un arte conceptual, que se aleja más de lo meramente estético para centrarse en un tipo de contenido reivindicativo.

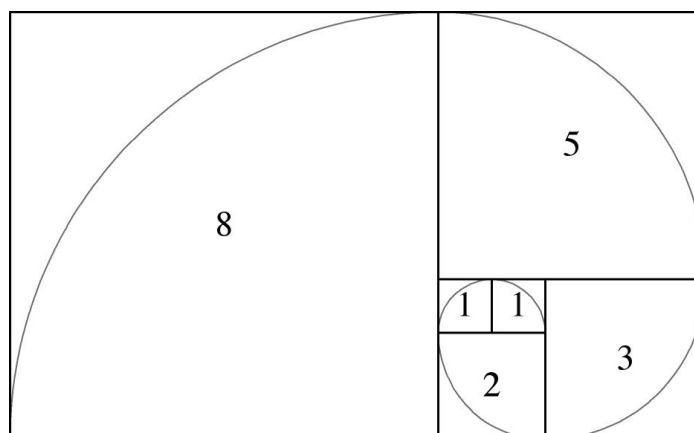
Las “piedras” de la obra de Merz nos recuerdan al *Land Art* que, si en su momento significó toda una revolución artística y conceptual, ha dado paso al llamado bioarte. En ambos casos, el artista juega con la reinterpretación del paisaje.



**Figura 40.** *Igloo de Giap* (1968). Mario Merz.

La obra de Merz se enmarca dentro del llamado arte povera y expresa su preocupación por algunos de los temas existenciales de la humanidad: comida, refugio y la relación con la naturaleza.

Recuperado de <https://www.centrepompidou.fr/cpv/resource/ck4KEEG/raq4XE>



**Figura 41.** *Espiral Fibonacci* (s.XIII)

El *Igloo de Giap* se basa en la ley estructural del matemático Fibonacci. Se caracteriza por considerar el desarrollo como la progresión de los números resultantes de la suma de los dos precedentes.

Recuperado de <https://geometriadelaconciencia.wordpress.com/2011/09/>

Aquellos caminos hechos por Long, pese a que difieren enormemente de las plantas nómadas de Gilberto Esparza, en realidad se basan en el mismo imperativo: la consideración del paisaje como medio de trabajo. Así, los autores que trabajan con robots “bioinspirados” o neo-organismos semivivientes, pueden ser considerados como los descendientes de los artistas *Land* de los años 60-80.





**Figura 42.** *Cinco Senderos*. (2002), Richard Long.

La tendencia del *Land Art* es la de provocar sensaciones a través de la modificación del paisaje natural.

Recuperado de <http://popelisa.blogspot.com.es/2009/11/referentesss.html>



**Figura 43.** *Plantas Nómadas* (2010), Gilberto Esparza.

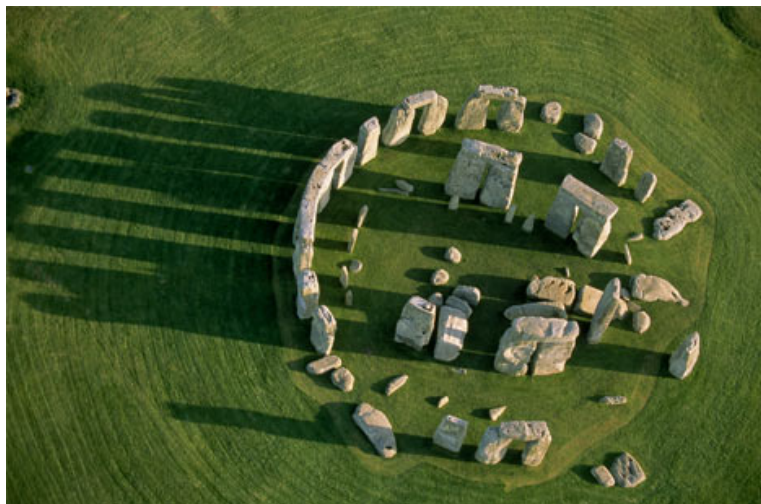
A través de esta obra, el autor consigue investigar sobre el desarrollo de energías alternativas. Sus piezas artísticas están realizadas con elementos tecnológicos reciclados, mezclando lo analógico con lo digital.

Recuperado de <http://www.arte-sur.org/es/artistas/gilberto-esparza-2/>

¿Hasta qué punto estos artistas son revolucionarios? Es evidente que hoy en día suponen una innovación a todos los niveles pero, al mismo tiempo, personifican una recapitulación de la relación arte/ciencia. De aquellos tiempos que según Wilson (2010), no se diferenciaba una disciplina de la otra. Desde el trabajo llevado a cabo por los cavernícolas, en las ramas de la psicología, anatomía o zoología.

En la edad de Bronce nos encontramos con *Stonehenge*, arquitectura que combina astronomía e ingeniería.





**Figura 44.** *Stonehenge* (Edad de Bronce), Inglaterra.

Este monumento tenía varias finalidades: religiosa, funeraria y de observación astronómica.

Recuperado de <http://science.nationalgeographic.com/science/archaeology/photos/stonehenge/>

Pero es en el Renacimiento cuando proliferan creadores como Leonardo, artistas formados en ingeniería, anatomía, física, etc. Este amplio vagaje les permitía obtener una visión profunda del mundo, huyendo de la mera percepción y descubriendo el significado profundo de las cosas. Existe, sin embargo, la negación de que el arte aporta conocimientos a la ciencia. Lewis Wolpert (1929) es un ejemplo de ello. Este biólogo, miembro de la Royal Society, es el autor del artículo *Arte vs Ciencia: Una Gran Diferencia*, en el que relata la imposibilidad del arte para contribuir a la ciencia, ya que se trata de dos disciplinas muy diferentes. Puede que el arte híbrido tan sólo utilice las innovaciones científicas para crear nuevas maneras de ver el mundo.

La creatividad va ligada a la flexibilidad. Según Hofstadter (2001) científico y filósofo, especializado en ciencias cognitivas e informáticas., estos dos componentes resultan imprescindibles para la inteligencia de las máquinas. La creatividad implica falta de previsibilidad, lo que en un principio choca con el hecho de que las máquinas funcionen en torno a procesos preprogramados. ¿Las arquitecturas inteligentes no son previsibles? La profesora Rosalind Picard (1998) establece una comparación entre la Teoría del Caos y los comportamientos en sistemas inteligentes. Una función completamente determinada

puede generar comportamientos imprevistos. Es sabido que con los cálculos matemáticos podemos prever todo, pero con la Teoría del Caos descubrimos que hasta los sistemas predeterminados pueden tener resultados inesperados. De una manera más concreta, si en una arquitectura inteligente juntamos mecanismos productores de emociones con sistemas de razonamiento, es probable que el comportamiento resultante sea imprevisible.

¿Hasta qué punto podemos controlar máquinas que tienen emociones? Estas pueden llegar a gobernar por encima de los mecanismos de razonamiento mencionados, convirtiéndose en comportamientos imprevisibles que abren las puertas a la creatividad en cualquier entidad de computación.

Por otra parte, podemos decir que la principal característica del arte cibernético es la interactividad que se produce entre la pieza artística y el espectador. Este intercambio de información es predominantemente de tipo físico: el visitante tendrá que caminar, moverse, emitir sonidos (en resumen, realizar alguna acción preestablecida para que se complete la pieza artística); al contrario que en el arte conceptual, en el que la interacción entre persona-objeto artístico es de tipo intelectual. Pero sin duda, lo que “hipnotiza” al espectador es el carácter mágico de estos artilugios artísticos. Analicemos, pues, el término *ilusión*: Del lat. *illusio*, -ōnis. (Diccionario de la Real Academia Española).

1. f. Concepto, imagen o representación sin verdadera realidad, sugeridos por la imaginación o causados por engaño de los sentidos.
2. f. Esperanza cuyo cumplimiento parece especialmente atractivo.
3. f. Viva complacencia en una persona, una cosa, una tarea, etc.
4. f. Ret. Ironía viva y picante. Exacta.

El arte basado en sistemas inteligentes es el arte de la ilusión. Se juega con la ilusión de la tecnología, ya que muchas veces la interacción no implica una concordancia exacta. No obstante, los espectadores consideran que lo que ven es la imagen de sus acciones.

Lo mismo ocurre con los llamados *chatbots*, sistemas computacionales con los que mantener una conversación; tienen su origen en el test de Turing. Nos remiten a la ilusión de la persona que mantiene una conversación con un agente sintético.



**Figura 45.** *Tomy Chatbot* (1985), Tomy. *Chatbot* es un robot inalámbrico con control remoto, grabadora interna y una bandeja de servir. Se mueve hacia delante, da giros, paradas, habla (y sus ojos se luminan), y ofrece objetos en sus manos o en una bandeja. Todo por control remoto. Graba mensajes y los reproduce cuando el usuario lo indica. Recuperado de <http://www.newscientist.com/blog/technology/2008/01/how-to-create-your-own-virtual-self.html>

Sin embargo, todos estos sistemas inteligentes tienen como denominador común la finalidad de crear arte por sí mismos. Así surge la idea del artista artificial, porque, aunque personaliza la acción, no es el artífice de la idea. Se trata del arte en el que intervienen máquinas operantes de la propia obra. Se sigue ciñendo a lo que Nietzsche (2007) sostenía respecto al arte, que para este era todo aquel que es llevado a cabo por el hombre.

A diferencia del artista, un sistema automatizado que cree arte se basará en patrones y combinatorias preestablecidas, sin tener en cuenta que la verdadera funcionalidad no corresponde a un aumento de automatismo, sino a un margen concreto de indeterminación que permita a la máquina ser sensible a la información exterior. Sin embargo, Jean Baudrillard (1969) comenta: “el hombre proyecta sobre los objetos automatizados la autonomía de su conciencia, su poder de control, su individualidad propia, la idea de su

persona” (Baudrillard, J. 1969, p. 24)

En la actualidad existen numerosos ejemplos de “robots artistas”, representaciones cibernéticas del autor, como es el caso del robot Paul, creado por Patrick Tresset (2011).

Tresset’s robot, Paul, is “an obsessive drawing entity,” that can mimic the behavior and movements of an artist engrossed in a freehand sketch. When a subject sits for Paul, its camera ‘eyes’ pan up and down as the pen in its ‘hand’ scribbles frantically on the paper in front of it. The end result is a sketch drawn in Tresset’s own style. (More, S. 2012. 6 robots named Paul by Patrick Tresset. Recuperado de <http://www.setmore.com/blog/6-robots-named-paul-by-patrick-tresset/>)

(El robot de Tresset, Paul, es "una entidad de dibujo obsesivo", que puede imitar el comportamiento y los movimientos de un artista absorto en un croquis a mano alzada. Cuando un sujeto se sienta para ser retratado por Paul, los 'ojos' de su cámara se mueven de arriba abajo como el bolígrafo en su 'mano' garabatea frenéticamente en el papel que tiene frente a él. El resultado final es un boceto dibujado en el propio estilo de Tresset).



**Figura 46.** Robot Paul de Patrick Tresset (2011), dibujando un retrato. Tresset investiga las actividades artísticas humanas y nuestra relación con los robots, a través de obras como Paul. Recuperado de <http://mergefestival.co.uk/merge2012/>

La obra de Tresset (2012) es autobiográfica, incluso tratándose de un robot. Sus dibujos

son conscientemente imperfectos, con el mismo tipo de trazo y rasgos estilísticos de su creador. El autor explica por qué eligió el dibujo como actividad artística a desempeñar por una entidad robótica, "le dessin est plus direct. Le trait est le résultat de ce que le cerveau observe" (Tresset, P. 2012. Patrick Tresset, l'artiste et son double. Recuperado de [http://www.lemonde.fr/sciences/article/2012/11/29/patrick-tresset-l-artiste-et-son-double\\_1798080\\_1650684.html](http://www.lemonde.fr/sciences/article/2012/11/29/patrick-tresset-l-artiste-et-son-double_1798080_1650684.html)) (El dibujo es más directo. La línea es el resultado de aquello que el cerebro observa).

Este es otro ejemplo de los últimos modelos computacionales que se están llevando a cabo, en el que se introduce el elemento de error e imperfección al que no acostumbrábamos a ver en el ámbito de lo mecánico.

A few years back I read an article by Michel Houellebeck, the French writer, and in this article he talks about cloning as a way to reach immortality. If you have a clone of yourself, and this clone clones himself, and so on and so forth, you reach a form of immortality. But the problem with this theory is that you lose your skills. So I think the solution for that is to take the best of yourself and put it in a robot, then if people repair the robot you can reach a certain form of immortality. (More, S. 2012. 6 robots named Paul by Patrick Tresset. Recuperado de <http://www.setmore.com/blog/6-robots-named-paul-by-patrick-tresset/>)

(Hace unos años leí un artículo de Michel Houellebeck, el escritor francés, y en este artículo se habla de la clonación como una forma de alcanzar la inmortalidad. Si tienes un clon de ti mismo, y este clon se clona a sí mismo, y así sucesivamente, se llega a una forma de inmortalidad. Pero el problema con esta teoría es que pierdes tus habilidades. Así que creo que la solución para esto es tomar lo mejor de ti mismo y ponerlo en un robot, entonces, si las personas reparan el robot puedes alcanzar cierta forma de inmortalidad).



Tresset (2012) presentó en una galería de Londres, dentro del *Merge Festival* (2012), una instalación compuesta por 6 robots como Paul. Los visitantes podían posar para estos autores computacionales y obtener un retrato. Cada robot realizaba el dibujo de la persona desde un punto de vista diferente, compensando la exposición en el espacio. Asimismo, los robots retrataron a todos los músicos y artistas que participaban en el festival, creando una exposición con los resultados y completando un procedimiento similar al de un dibujante. De este modo se pudo observar el proceso de creación y la exposición de los resultados finales.



**Figura 47.** Instalación con 6 robots *Paul* de Patrick Tresset (2012), Londres. Varios robot *Paul* dibujando un modelo al natural desde diferentes perspectivas. Recuperado de <http://ispr.info/2012/11/27/his-sketching-robots-saved-his-sanity-and-tell-us-how-we-relate-emotionally-to-machines/>

Los modos de lo imaginario siguen a los de la evolución técnica, incluso apropiándose de sus códigos. La tecnología constituye el nuevo paisaje de la sociedad y, por tanto, del arte, pese a que la esencia y el significado de este seguirá siendo el mismo.

La introducción de la I.A. en el mundo del arte es un paso más en el camino que se ha trazado desde su origen, en las cavernas, hasta hoy día; recorrido que se caracteriza por la ampliación de nuevos horizontes en el panorama artístico, nuevas herramientas que permiten diferentes estilos de creación y lenguajes adaptados a la sociedad del momento. Todos estos cambios han sido especialmente impulsados desde el arte conceptual, que admite la

descontextualización y la ampliación de los límites del arte.

Las recientes herramientas técnicas para crear nos remiten al origen del arte, con un claro componente interdisciplinar: arte, filosofía y tecnología. Las pinturas rupestres eran realizadas como componente mágico de ayuda en la caza. Completaban rituales para favorecerla. Asimismo, la representación de las herramientas del momento servía de estudio para su creación y mejora.

Por otro lado, la vertiente antropocentrista tiene mucho que ver con la I.A. y su competencia o su incapacidad para crear, ya que esta posibilidad de la máquina inteligente que crea redime al ser humano como único sujeto al que se le atribuye dicha aptitud.

Llegados a este punto surge otra duda: ¿qué es ser vivo y qué no lo es? Aunque a primera vista resulte obvio que un virus informático no puede ser un ser vivo, estamos ante una consideración errónea, si tenemos en cuenta que ser vivo es todo aquello que está formado por átomos y moléculas formando una estructura compleja y organizada donde se producen sistemas de comunicación molecular. Estos se vinculan con el ambiente, intercambiando energía y realizando las acciones de nutrición, reproducción y relación, demostrando que el hombre y, en una vertiente más abierta, los animales, no son los únicos seres vivos capaces de crear. Si bien es cierto que en I.A. aún se está completando el camino iniciado respecto a creatividad, los sistemas artificiales están cambiando los significados que hasta ahora tenían los términos vivo e inerte.

*Hylozoic Soil* (Beesley, P.) es un ejemplo de ello. Se trata de una instalación que simula el interior de una cueva.

Esta pieza fue creada por el arquitecto canadiense Philip Beesley en 2007. En este tipo de obras, la tecnología y el diseño provocan el replanteamiento de binomios compuestos de antónimos: natural - artificial, sujeto - objeto, orgánico - inorgánico, estático - dinámico. La biomímica permite responder a las dicotomías anteriores: simulaciones digitales de

funciones, comportamientos, acciones y reacciones de organismos vivos.



**Figura 48.** Vista general de la instalación *Hylozoic Soil*, (2007), Philip Beesley. Esta instalación hace que el visitante o espectador se convierta en un merodeador que tiene que explorar la obra de una manera física, no sólo mental. Recuperado de <http://www.dezeen.com/2010/08/27/hylozoic-ground-by-philip-beesley/>

El significado de la obra se completa mediante la interacción del visitante con la instalación. Así, el espectador se adentra en un entorno biométrico que se acciona con el movimiento del visitante. El visitante es el que transforma las máquinas inertes en sistemas “orgánicos y vivos”.

Como toda obra de arte, su finalidad es que el espectador se interese por ella pero, a diferencia del arte conceptual, que va dirigido a un público receptivo y con ciertos conocimientos de arte, esta obra funciona de manera inmediata a un nivel físico. El visitante sólo tiene que adentrarse en ella para que esta empiece a reaccionar.

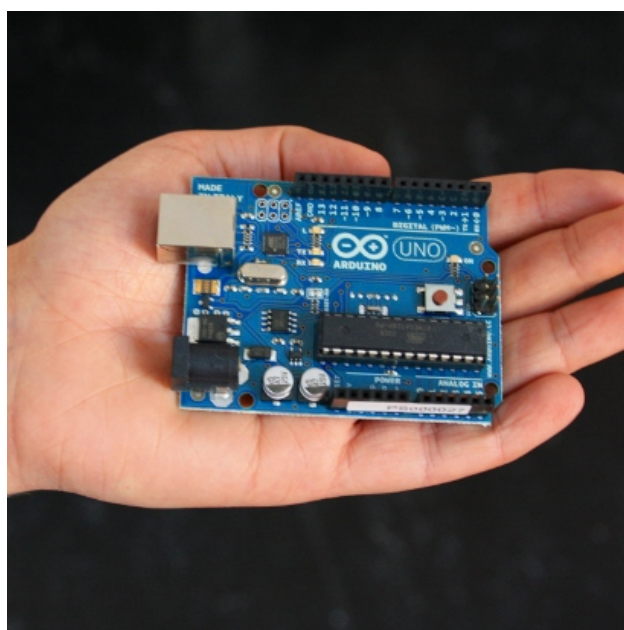
*Hylozoic Soil* ofrece patrones de desplazamiento, realizados por componentes mecánicos que reaccionan al movimiento de los ocupantes dentro de un ambiente. Se trata de un entorno de malla geotextil interactiva, que detecta a las personas y reacciona con un movimiento de aire producido por ondas peristálticas (que tienen la propiedad de contraerse) dentro de campos distribuidos de ligeros poros.

Los visitantes se mueven por la estructura *Hylozoic Soil* como lo harían al atravesar una



zona de vegetación espesa de una selva. Los sensores controlados por microprocesadores integrados en el entorno señalan la presencia de ocupantes y, en respuesta, el movimiento se distribuye por el sistema, expulsando aire a través de la malla y extrayendo materia orgánica dispersa por las formaciones de filtros.

La I.A. se integra en redes de microcontroladores, que coordinan las formaciones de sensores de proximidad y los accionadores cinéticos. Las formaciones de ramas sensores de capacidad y accionadores de aleación con memoria de formas se utilizan para crear un bombeo peristáltico difuso. El sistema de control por microprocesadores incluye *hardware* de Arduino, ampliado con nuevas placas de control, accionadores de aleación con memoria de forma y sensores especiales dispuestos en un sistema interactivo distribuido.



**Figura 49.** Placa Arduino.

Se trata de una placa con microcontrolador de Arduino, del tamaño de la palma de una mano, puede leer sensores, tomar decisiones sencillas y controlar dispositivos.

Recuperado de <http://www.arduino.cc/es/pmwiki.php?n=>

El procesamiento de este sistema está basado en Arduino, una plataforma de código abierto que se diseñó para hacer que las herramientas de interacción controladas por *software* estuvieran al alcance de personas no especializadas en el tema.

En *Hylozoic Soil*, cada placa está emparejada con una *placa hija* personalizada que

proporciona más funciones, como la comunicación, las salidas de alta corriente y los conmutadores de comunicación (dispositivos analógicos de lógica de interconexión de redes de computadores).

La principal función de la pieza es entretener y sorprender al público, así como provocar una reflexión personal en cada visitante; que cuando finalice la experiencia obtenga una visión ampliada del mundo en general, y en este caso, del mundo artificial y orgánico, así como una impactante vivencia estética.

La simplicidad y economía son las cualidades imperantes que han guiado el diseño del sistema, apoyando la repetición masiva y la eficaz fabricación en serie de las piezas. El consumo de materiales se ha reducido al mínimo posible, utilizando métodos optimizados de diseño, de búsqueda de formas. Algunas de las estrategias incorporan la utilización de fuerzas tensoras eficaces y sistemas textiles en forma de malla y estructura, y la obtención de formas tridimensionales a partir de finas láminas bidimensionales de material. Todo esto se traduce en una clara postura ecologista y economicista en el desarrollo de la instalación.



**Figura 50.** *Hylozoic Soil*, vista del techo. (2007), Philip Beesley.  
Recuperado de [http://api.ning.com/files/PoyReKNde6F61b41lBxgx-C8q5y9bs3VVQYIrF7AMHB9FitLNY30ELj5tO5BMolvwwqFHm\\*15sNld-qL7NSvLf07HNMHEZOg/hylozoic08\\_sm.jpg](http://api.ning.com/files/PoyReKNde6F61b41lBxgx-C8q5y9bs3VVQYIrF7AMHB9FitLNY30ELj5tO5BMolvwwqFHm*15sNld-qL7NSvLf07HNMHEZOg/hylozoic08_sm.jpg)

La obra parte de la biomímica, produciendo simulaciones digitales de funciones, comportamientos, acciones y reacciones de organismos vivos. Se trata de un ejemplo en el

que el espectador forma parte de la obra de arte, ya que la completa, provocando el accionamiento de los mecanismos. Por otra parte, estamos ante la personificación de la interdisciplinariedad, la perfecta unión entre arte y tecnología, lo que supone un paso más en la historia del arte en el camino trazado desde finales de los años sesenta con obras que pretendían integrar la ciencia y la tecnología en un medio aparentemente muy distinto: el arte.

Los sistemas inteligentes aplicados a este campo nos remiten al concepto de *poiesis*, aunque con el significado que tenía para Aristóteles quien a diferencia de Platón, se preguntaba cómo imita el arte. Los nuevos medios tecnológicos suscitan curiosidad e investigaciones respecto a cómo son capaces de producir arte (dando por hecho que son capaces de crear objetos o acciones susceptibles de serlo). Pero la concepción de *poiesis* en el pensamiento aristotélico continúa mostrando similitudes aplicables al arte de I.A.

Para el filósofo griego, la naturaleza y los seres vivos son fruto del acto *poiético* de la inteligencia divina que condujo a la materia del estado del caos e indeterminación iniciales al estado de realidad. Es este acto *poiético* el que el arte imita, la acción creativa de la naturaleza o su potencial de transformación y de ser (Arantes, P. 2007, p. 169)

Vemos continuamente ejemplos de *software* que imitan los procesos naturales, pero desde su propio medio y condición. Obras como *Génesis* (1998-1999) o la performance *Bioteknia* (2005), comentadas con detenimiento en el siguiente capítulo.

### **3.8.1. La sociedad tecnológica y el nuevo tipo de creatividad.**

El arte es como la sangre, ha de fluir constantemente para mantener su poder. Y cuando los medios a través de los cuales se expresa no se expanden, de forma casi mágica, encuentra nuevos cauces que lo elevan a un nivel superior (Algora, M. De

Vicente, J. 2008, p. 11)

La imprenta es un claro ejemplo de cómo la tecnología provoca cambios profundos en el devenir de la sociedad. La aparición de esta nueva rama, supuso una sacudida en toda Europa, ya que ciertos ciudadanos tenían acceso a un sinfín de conocimientos, lo que desembocará en el nacimiento de una nueva clase social, procedente de artesanos y comerciantes, desligada de lo sacerdotal, no proveniente de la aristocracia, y lo más importante: culta.

Continuando con la estela de avances técnicos, Montxo Algora (2008) nos recuerda que Van Eyck se adelanta a su tiempo en el retrato del matrimonio Arnolfini a través de la firma “Johannes de Eyckfuit hic 1434” encima del espejo. Este acto, precursor de los actuales grafiteros, presenta un espacio virtual de perspectiva bidimensional.



**Figura 51.** Detalle del cuadro *Matrimonio de Arnolfini* (1434), Van Eyck. Justo encima del espejo se puede apreciar la firma del autor. Recuperado de <http://patriciadamiano.blogspot.com.es/2007/06/jan-van-eyck-matrimonio-arnolfini.html>

Existe un nuevo tipo de arte, realizado con dispositivos digitales, que resalta la faceta más humana y creativa de las nuevas tecnologías, poniendo de manifiesto el hecho de que la I.A. es un factor que potencia la condición humana, no la limita.

Nos encontramos en un momento en el que se ha disipado esa fascinación por lo novedoso de la tecnología. Es ahora cuando se empieza a asimilar y por tanto, una vez superada la fascinación inicial, podemos entender la tecnología como una herramienta más que nos ayuda a conocernos y superarnos. Prueba de ello son los dos temas fundamentales de esta tesis: las emociones y la creatividad. Es sumamente significativo que se reflexione sobre dos conceptos considerados como grandes definiciones de la condición humana y los traslademos a sistemas inteligentes.

A través de disciplinas de fuerte carácter interdisciplinar como la robótica, el software generativo, la visualización de datos o el bioarte, recorren temas como el control, la simulación de la vida y la inteligencia, la transformación de los conceptos de identidad, propiedad e intimidad en la era conectada, y la representación de las estructuras complejas subyacentes bajo los procesos sociales y políticos (Algora, M. De Vicente, J., 2008, p. 7)

Pero es más revelador, si cabe, que la creatividad es la prueba de que el conocimiento profundo y verdadero no conoce el vocablo *disciplina*. “De las innumerables adaptaciones biológicas que han evolucionado en nuestro planeta, la creatividad es la única que puede producir conocimiento científico o matemático, arte o filosofía” (Deutsch, D. 2011, p. 445)

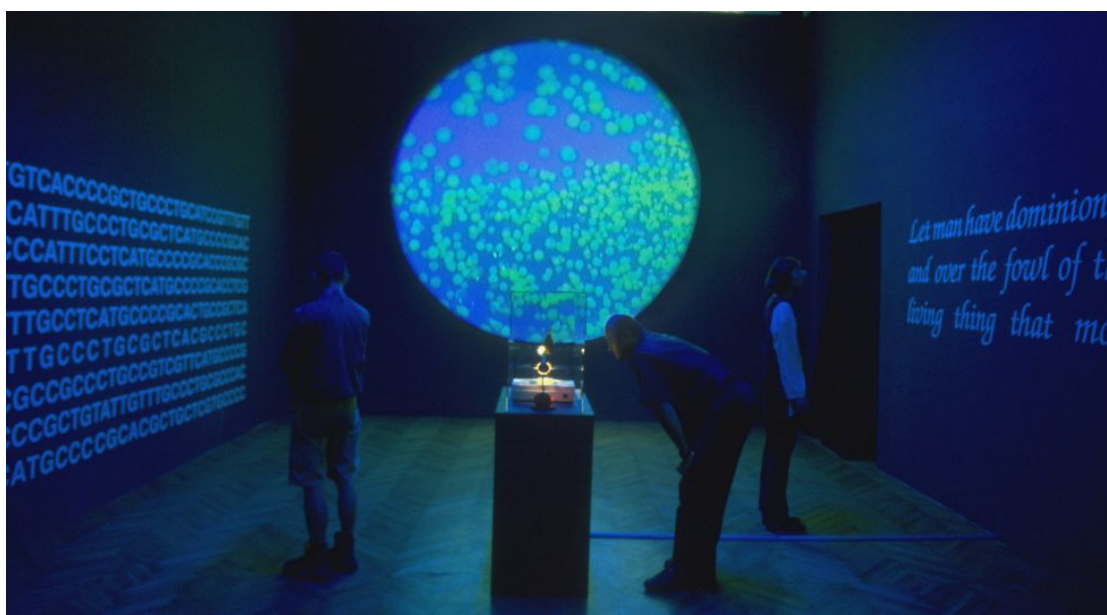
Si el siglo XX estuvo marcado por la física, el presente lo está por la biología. La física del siglo pasado ofreció infinitud de posibilidades para el desarrollo de nueva tecnología, que aún se sigue utilizando hoy en día: un sinnúmero de artilugios y mediciones de alta precisión que, mediante la biología, nos permite analizar la vida a través de un microscopio, y que juega y trabaja con organismos vivos; experimentos que plantean cuestiones morales y filosóficas (células madre, vida artificial, manipulaciones genéticas, etc.) Y el arte, una vez más, surge en este contexto; no para darnos respuestas, sino para plantearnos preguntas.

¿Cómo deberíamos ver a los biólogos? ¿Entienden las consecuencias de las



intervenciones que realizan en sus experimentos?

Una placa Petri, una bacteria, una cámara de microvídeo flexible, una caja de luz ultravioleta y un microscopio iluminador componen *Génesis*, la obra de Eduardo Kac (1962, Río de Janeiro). Esta muestra del llamado *arte transgénico* nos pregunta: ¿en qué medida determinan los genes en qué podemos convertirnos? La obra se completa con el enunciado: “que el hombre tenga dominio sobre los peces del mar, sobre los pájaros del aire y sobre todo ser viviente en esta tierra”. Según el propio autor, esta frase fue elegida por las implicaciones que tiene con la idea dudosa (sancionada por la divinidad) de la supremacía de la humanidad sobre la naturaleza.



**Figura 52.** *Génesis* (1998/99), Kac, E.

La obra de Kac gira entorno al concepto de inmaterialidad tratado por Lyotard y la idea de la desaparición de la materialidad en el arte.

Recuperado de [http://www.kareneliot.de/thesis\\_telepresence.html](http://www.kareneliot.de/thesis_telepresence.html)

Este nuevo tipo de creatividad, que se está generando a través de agentes sintéticos, así como la revisión del propio concepto, vienen dados también por las características físicas de los nuevos medios. Estos presentan numerosos retos a la hora de su ubicación en los espacios expositivos. Existen, sin embargo, opiniones encontradas respecto a la capacidad creativa de los sistemas inteligentes que conforman las obras artísticas. Según Montxo Algora, “los ordenadores por sí mismos no crean. Y sin el sentimiento y la creatividad de sus

autores, el arte digital no es nada. Como hablarle a un espejo” (Algora, M. De Vicente, J., 2008, p. 14)

Los últimos años han supuesto la aparición de una consciencia histórica del *new media*. Siegfried Zielinski y Erkki Huhtamo (2014) son dos de los ejemplos de teóricos que se engloban dentro de la *arqueología de los medios*, y que están contribuyendo a crear los antecedentes históricos de esta nueva disciplina, más allá de la crítica basada en el presente continuo y que gracias a este, forja una vaga idea de futuro utópico.

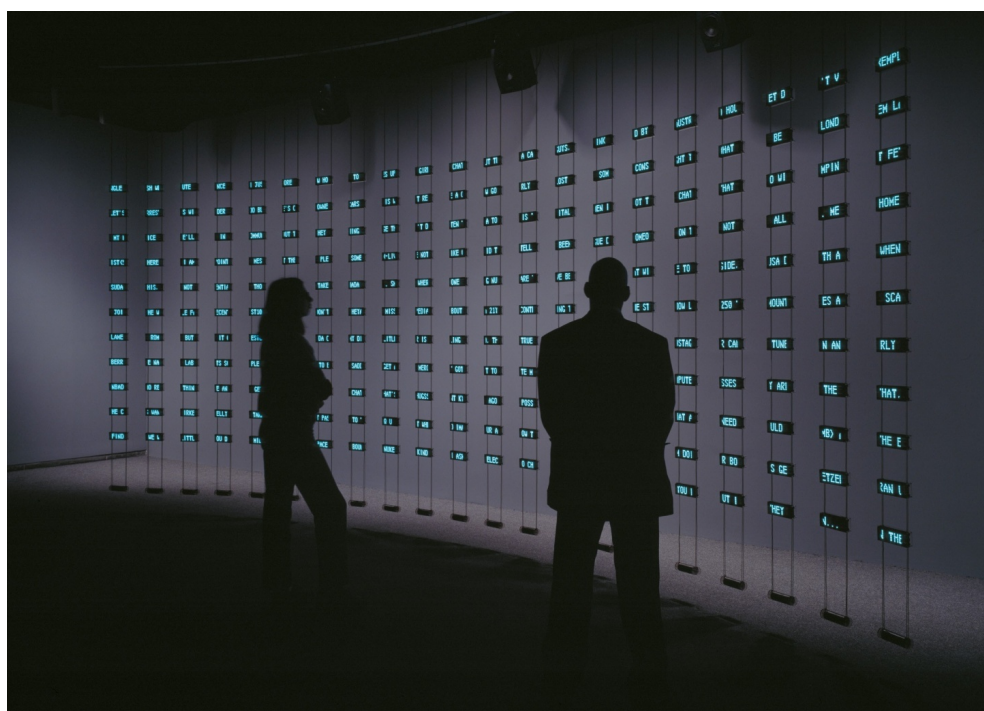
Analizando a nivel básico el arte producido con medios inteligentes, la reciprocidad es su punto más fuerte. Se trata de una interacción profunda entre el sujeto y el sistema informático, ya que consiste en la implicación de ambos en un proceso dinámico compartido de percepción de los dos elementos (el espectador y la obra). Y con esta nueva disciplina artística es la primera vez que se da una respuesta literal por parte del objeto artístico ante la presencia de la persona que lo observa.

Más allá de las posibles transformaciones que ha supuesto el *new media* en el panorama artístico, los efectos del legado de la cibernética como agente transformador y el impacto de las tecnologías informáticas han hecho mella en el cuerpo social. Por eso, los artistas, además de utilizar el propio medio de la I.A. como obra de arte, también se han preocupado por materializar y presentar al público las situaciones y preguntas que plantean estas tecnologías. Es el caso de los artistas Mark Hansen y Ben Rubin (2008). A través de su obra *Listening Post* (Golden Nica Ars Electronica 2004),

(...) han explorado la creación de sistemas que visualicen los procesos y dinámicas subyacentes de la sociedad Red y se han preocupado por revelar las arquitecturas de información que, a través de la omnipresencia del código informático en todos los niveles de la sociedad, mantienen literalmente el mundo en funcionamiento (Algora, M. De Vicente, J., 2008, p. 21)

Se trata de un sistema que representa las diversas conversaciones que millones de personas mantienen en Internet. El dispositivo recoge en tiempo real partes de chats, foros, *emails*, etc. Los textos recogidos son mostrados al visitante a través de pequeñas pantallas LED. De manera simultánea, un sintetizador de voz va leyendo en alto los fragmentos que se muestran.

El sistema pasa por seis estadios distintos en los que, tanto los textos como los elementos sonoros, se organizan según distintos principios. En palabras de su creador, Ben Rubin (2008), *Listening Post* es una respuesta visual y sonora a la inmediatez, a la magnitud y al contenido de la comunicación virtual.



**Figura 53.** *Listening Post* (2008), Ben Rubin y Mark Hansen).

En la imagen se muestran las distintas pantallas con las transcripciones de algunas conversaciones que se recogen de Internet. La obra pues, trata temas como la interactividad, los códigos y el mundo online.

Recuperado de <http://www.d-load.de/blg/?p=116>

Según Lev Manovich (2009), crítico de los nuevos medios, la forma cultural predominante del siglo XXI (la que retratará una época) será la base de datos. Diferentes disciplinas como economía, ciencia, o arte se preocupan continuamente por generar y clasificar las grandes masas de información que se generan de forma ininterrumpida. Somos



una sociedad que está siempre generando y clasificando. En este sentido, la obra de Rubin y Hansen (2008) está en continua captación y representación de comunicaciones emitidas por nosotros a través de Internet.

Tanto en I.A. como en el arte, la vida ha sido y es el elemento inspirador de evolución de estas disciplinas. Se analizan y observan los mecanismos de la biología, su simulación y la búsqueda de su esencia a través de diversas estrategias. La vida artificial es el ejemplo más claro de este comportamiento, ya que se trata de la simulación digital de organismos autónomos.

La obra del artista holandés Theo Jansen, en especial su proyecto *Strandbeest* (bestia de la playa), constituye, según José Luis de Vicente, una de las aportaciones más relevantes de las últimas décadas al debate sobre las vías posibles de convergencia entre arte, ciencia y tecnología.

El trabajo del artista holandés personifica cómo las prácticas artísticas surgidas en el ámbito de los nuevos medios se han interesado repetidamente por estudiar y replicar con detalle los procesos biológicos. Strandsbeest se sitúa en un punto intermedio entre ingeniería avanzada, diseño experimental sostenible y escultura cinética, lo que explica la intensa fascinación que ha generado en los ámbitos más diversos (Algora, M. De Vicente, J., 2008, p. 22)

En su obra es tan importante el proceso como el resultado final. Las criaturas de este artista comienzan su desarrollo como una simulación dentro del ordenador, en forma de organismos de vida artificial que compiten entre sí por ser el más veloz. Jansen (2008) selecciona las criaturas vencedoras y las reconstruye de forma tridimensional a través de hilos de nailon, tubos rígidos y flexibles y cinta adhesiva. Por último, aquellas esculturas que se desplazan más rápidamente y mejor son las que hacen el legado de su ADN (la longitud y disposición de los tubos que componen las partes móviles) a las siguientes generaciones de

*Strandbeest*. La obra de este holandés es una eterna traducción de lo biológico a lo artificial.



**Figura 54.** *Animales en la playa 2* (1990) Theo Jansen.

Pese a que esta especie de criatura está diseñada bajo unos parámetros técnicos muy precisos, su propósito es lúdico: tubos de plástico que interactúan con el viento.

Recuperado de <http://doorofperception.com/wp-content/uploads/theo-jansen-animaris-percipiere-1.jpg>

A través del proceso de hibridación y evolución darwiniana, las criaturas se vuelven cada vez más competentes y capacitadas para una correcta cohabitación, pudiendo incluso tomar decisiones para asegurar su supervivencia (el *Animaris Sabulosa*, hunde su nariz en la arena para sujetarse, si detecta fuertes vientos contra los que peligra su estructura).

Pero en rasgos generales, las criaturas de Theo Jansen, aunque son robóticas, poseen una fisionomía y estructura orgánica que al desplazarse evoca una fuerte impresión de vida. Pese a que su aspecto recuerda a formas orgánicas como insectos, están hechas de materiales de la era industrial. Carecen de motores, sensores o tecnología avanzada similar, aunque nacen en forma de algoritmo en un ordenador. Su movimiento viene dado gracias a la fuerza del viento y la arena mojada.

Todos estos artistas que se sirven de la vida artificial como medio técnico y conceptual, pueden ser considerados como los “nuevos situacionistas”, en cuanto a que crean situaciones. En ambos casos (salvando la distancia temporal, y por tanto el diferente

contexto social) se sirven, como versa su propia ideología, “de una situación construida: momento de la vida construido concreta y deliberadamente para la organización colectiva de un ambiente unitario y de un juego de acontecimientos” (Duchesne, J. 2009, p. 67)



**Figura 55.** *Animaris Sabulosa* (1990). Theo Jansen.

El propio funcionamiento de *Animaris Sabulosa*, crea un paisaje y situación concreta, transformando el entorno en el que se ubica.

Recuperado de <http://www.michielse.nl/strandbeestkunstenaar-theo-jansen-homo-universalis/>

Este tipo de creadores realizan una aproximación al espectador diferente a la que hacían artistas de otra época, como Beuys.



**Figura 56.** *Me gusta América y a América le gusto yo.* (1974). Beuys, J.

El situacionismo de Beuys puede considerarse mucho más visceral, teatral y tangible que el llevado a cabo por sistemas inteligentes.

Recuperado de <http://www.arras.net/fscIII/>

Si bien el artista alemán se encerró siete días en una galería con un coyote salvaje para “hacer las paces” con los indios nativos de América, el arte de dispositivos inteligentes es menos teatral, político y visceral. Los orines, el coyote, la grasa y el fieltro de Beuys, son sustituidos por un entramado de cables y *microchips* acompañados de pequeños restos biológicos, como plantas o ramas. Incluso en obras contemporáneas en las que se utiliza un corazón auténtico, en tiempo real, con un médico y una autopsia in situ (Bioteknia: Performance de Autopsia Pública. Bailey, S. y Willet, J. 2005), el instrumental y todo lo que tiene que ver con aparatos técnicos crean una especie de barrera emocional entre el espectador y aquello de lo que está siendo partícipe, volviéndolo todo un tanto aséptico, infinitamente limpio y que pertenece a otro mundo. Todo está correctamente ordenado, y esta disciplina, a todos los niveles, nos presenta una realidad considerada como ajena.



**Figura 57.** Fragmento de la performance *Bioteknia* (2005), Bailey, S., Willet, J.

Según sus creadores, se trata de una performance de autopsia pública, en la que se lleva a cabo una disección de médula de hueso, para incubar y realizar productos biológicos que a la vez funcionan como esculturas.

Recuperado de <http://revista.escaner.cl/node/54>

Todos estos saltos de arte a ciencia o a tecnología son cada vez menos bruscos, y llega un momento en el que, ante determinadas obras de arte, nos asalta la duda de si nos



encontramos ante una obra de arte, un ejercicio de virtuosismo técnico o un ejemplo de divulgación científica. De cualquier modo, podemos afirmar el papel de nexo, de la llamada transdisciplinariedad. En todos los casos citados hablamos de creatividad, pese a que aún no llegamos a comprender completamente su funcionamiento:

Aunque no sabemos cómo funciona exactamente la creatividad, sí sabemos que ella misma es un proceso evolutivo que tiene lugar en el interior de cerebros individuales, pues depende de la conjetura (que es una forma de variación) y de la crítica (que tiene el propósito de seleccionar ideas). Así, en lugar dentro de los cerebros de la gente, las variaciones y las selecciones ciegas culminan en un pensamiento creativo a un nivel superior de emergencia (Deutsch, D. 2011, p. 427)

El camino paralelo que se ha llevado a cabo junto a esta realidad ha sido el marco teórico de las

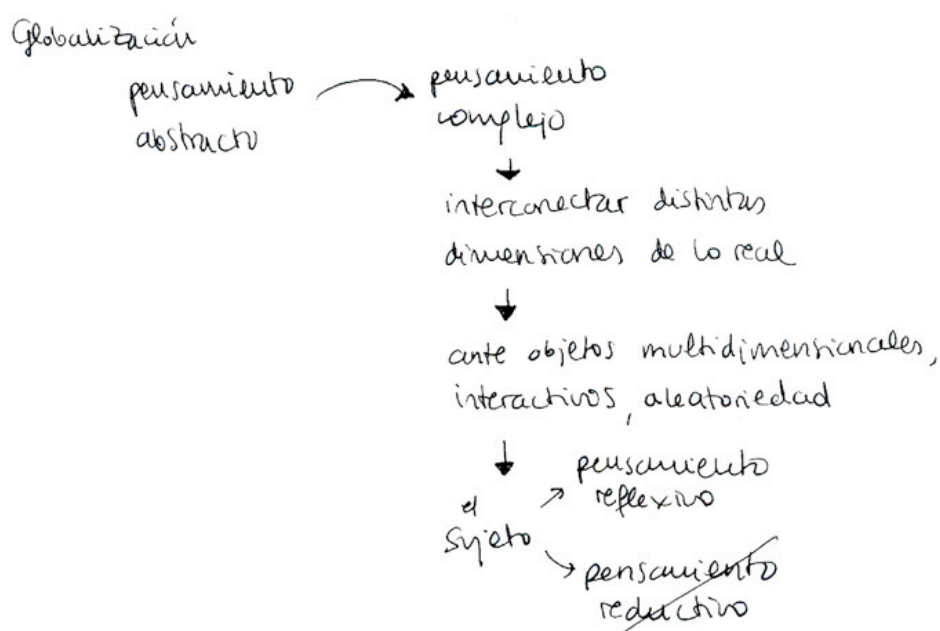
*Dos Culturas* y las que siguieron a esta. En 1963, Snow predijo la aparición de La Tercera Cultura a través de su ensayo *Las Dos Culturas: Una Segunda Mirada*, salvando las distancias entre intelectuales literarios y científicos. Por eso, en esta nueva formulación no existe un aislamiento entre ciencias y letras, promoviendo interacciones entre las distintas áreas de conocimiento.

Los numerosos avances técnicos en todo el campo computacional hacen que exista la necesidad de una *Cuarta Cultura*, integrada por las ciencias naturales y sociales, las humanidades y el arte. Ya no sólo se habla de multidisciplinariedad, sino que también aparece lo transdisciplinar, llegando a un nivel máximo de integración de los conocimientos.

Los cambios en la manera de procesar la información por parte de la sociedad implican también cambios en la actividad creativa. La globalización provoca que pasemos del pensamiento de tipo abstracto al llamado pensamiento complejo. La emergencia de objetos multisensoriales e interactivos, así como de componentes aleatorios, así como la inclusión

del azar en estos sistemas, hacen que tengamos que poner toda nuestra atención (hiperatención) para poder establecer un intercambio de información con los mismos. Ante esta realidad, el pensamiento reductivo ya no tiene sentido. Es necesario un pensamiento reflexivo, un orden que planifique todo ese caos de sobreinformación para desechar las señales que no queremos o no necesitamos a través del pensamiento como herramienta.

#### CUARTA CULTURA



**Figura 58.** Diagrama sobre la *Cuarta Cultura*.  
Elaboración propia.

Vivimos un entramado de dispositivos, canales, emisores y receptores; arte entrelazado con ciencia, tecnología, nuevos desarrollos biológicos, la reformulación de la noción de tiempo. Todo esto alude a la complejidad, que se ha convertido en el *leitmotif* de nuestra condición. La llamada Ciencia de la Complejidad abarca el pensamiento del filósofo Edgar Morin (2004). Esta se formó a mediados del siglo pasado como respuesta necesaria ante el agotamiento del Método Científico. Ya no era posible la explicación de los acontecimientos bajo una perspectiva reduccionista que comunicaba distintas disciplinas, explicando todo a través de sus partes y dejando un vacío ante los acontecimientos que emergen a partir de la interacción con otros elementos.

Existe una visión estática que consiste en que consideramos a nosotros mismos en tanto organismos; estamos constituidos por 30 ó 50 mil millones de células. En modo alguno, y creo lo que Atlan justamente precisó; no estamos constituidos por células; estamos constituidos por interacciones entre esas células. (Pérez, R. 2008. Edgar Morin: Homenaje al maestro. Recuperado de [http://www.tendencias21.net/fisec/Edgar-Morin-Homenaje-al-maestro\\_a5.html](http://www.tendencias21.net/fisec/Edgar-Morin-Homenaje-al-maestro_a5.html))

Se ha discutido profusamente acerca del significado que cobra la autoría en el arte digital, no solamente sobre hasta qué punto la máquina puede o no ser considerada como autora, sino también por los derechos de la obra en internet (temas como su reproducibilidad y libre difusión): “mucho se ha discutido sobre la autoría, los derechos de autor y la propiedad de la obra de arte en relación con el espacio de Internet, un espacio “público” donde ninguna información está a salvo de ser reproducida y reutilizada” (Arantes, P. 2007, p. 166). Espacio colaborativo, *hacker*, *copyright*, original-copia o la figura del artista, son nuevos vocablos intrínsecos en el arte en la red. La obra en sí ya no es lo único importante, sino también las relaciones que se establecen a partir de la misma. El carácter público del arte se acentúa en estos contextos de red, al igual que la interactividad.

Recientemente encontramos *Do You Love Me*, la primera muestra cinematográfica, filmada con la ayuda de Cleverbot.

Se trata de una pieza visual fruto de la charla mantenida entre el director, Chris R. Wilson, y un *bot* (aférisis de robot). Se trata de un programa informático que imita el comportamiento humano. de I.A. Ambos elaboraron un guión de tres minutos y medio. El diálogo mantenido entre los dos creadores fue transpuesto a imágenes, interpretado por actores reales. La historia se desarrolla en un entorno agreste, con diálogos surrealistas y situaciones un tanto incomprensibles. Si bien la trama carece de sentido completo, personifica la primera obra audiovisual correalizada entre un humano y un sistema artificial.



**Figura 59.** Fotograma de *Do you love me* (2013). Cleverbot y Chris R Wilson.  
Este es un ejemplo filmico de trabajo correlativo entre un *cleverbot* y un director de cine.  
Recuperado de <http://super.abril.com.br/blogs/cultura/tag/cleverbot/>

La naturaleza en red de esta pieza filmica es llevada hasta sus últimas consecuencias, ya que, una vez realizada, su difusión al público se hizo por medio de *Youtube*. Esto ha permitido un gran alcance a un amplio sector de la población, así como el carácter gratuito de consumo.

### 3.8.2. Hiperrealidad

“Si lo real está desapareciendo, no es debido a su ausencia; es más, hay demasiada realidad. Y es este exceso de realidad lo que pone fin a la realidad” (Baudrillard, J., 2002, p.52)

Habitamos en un entorno dominado por una amalgama de realidades: por una parte la tangible y por otra la virtual, y es esta contradicción la que fascina a muchos artistas contemporáneos.

En una cultura posmoderna, tecnológicamente avanzada, aparece este concepto para designar la incapacidad de la conciencia para distinguir realidad de fantasía. Tanto en la semiótica como en la filosofía posmoderna, se añade el sufijo *hiper* al sustantivo ya asimilado. Se trata de un *hiper* que nos hace experimentar la realidad a través de la ayuda de otro; el artista funciona como mediador entre los avances científicos y la sociedad, debido en



parte a que la ciencia aún no ha sido considerada como cultura. Pero en último término, la hiperrealidad designa la esencia de nuestra contemporaneidad. No podríamos comprenderla sin el concepto de simulacro “creado” por Baudrillard, que si bien no lo inventó, sí lo renovó. En un principio, atendía a la idea de mimesis con la naturaleza, pero Baudrillard apuesta por lo contrario, la imitación de la realidad. Su nueva interpretación manifiesta el fin de la imitación y la aniquilación de cualquier referencia.

Baudrillard nos presenta un doble significado del sustantivo: con un significado general y, por otra parte, su aspecto estético.

Los *kobitos* son unas pequeñas criaturas que, como se aprecia en la imagen, mueven los objetos colocados sobre la mesa. Tan sólo se ven a través de la pantalla; a simple vista, el espectador no observa más que un objeto en movimiento. Pero el visitante puede mover un elemento de la obra y verá a través del monitor cómo los kobitos interactúan con el mundo físico. Estos pueden devolver el movimiento del bloque gracias a unos activadores magnéticos que se encuentran bajo la mesa.



**Figura 60.** *Kobito: Virtual Brownies.* (2005), Takafumi, A.  
En *Kobito*, criaturas virtuales interactúan con el mundo real, moviendo objetos y las personas interactúan con ellos a través de elementos físicos. Así que lo que comienzan siendo criaturas virtuales acaban por convertirse en reales.

Recuperado de <http://rogiken.org/vr/english.html>

### 3.8.3. La obra artística como nuncio de un futuro que está por llegar.

La consideración de la pieza artística en cuanto a aparición, incluso fantasma, es, en palabras de José Luis Brea (2005), una realidad fruto de la era posmoderna. “Los fantasmas que aparecen en las nuevas obras de arte, no desde el pasado, sino viniendo desde el futuro, es porque el propio sentido de la cultura está cambiando” (Brea, J. 2005. *La conquista de la ubicuidad*. Recuperado de <http://www.march.es/conferencias/anteriores/voz.aspx?p1=2410>)

Todo esto se refiere al comportamiento del entramado artístico en cuanto a nuevos escenarios (pantallas) y canales; imágenes que habitan en el entorno digital, donde se produce una reconfiguración del concepto de memoria. Ya no funciona como recuerdo archivístico del pasado, sino que, como dice el profesor Brea, se trata de memorias de futuro y de comunidad. Gracias a la red y a la hiperconexión, Internet encarna un compendio actualizado de red de conocimiento, en el que no es posible la idea de pasado. En cambio, el archivismo de antes habla del recuerdo del pasado, de la compilación de datos para el recuerdo.

La idea en torno a la que gira la problemática comentada bebe del capítulo *La conquista de la ubicuidad*, de Paul Valéry (2000), en el que trata los cambios paralelos de contextos, que se traducen en transformaciones de conceptos artísticos.

Ni la materia, ni el espacio, ni el tiempo son desde hace veinte años lo que eran desde siempre. Hay que esperar que tan grandes novedades transformen toda la técnica de las artes y de ese modo actúen sobre el propio proceso de la invención, llegando quizás a modificar prodigiosamente la idea misma de arte (Valéry, P. 2005, 102)

Sin embargo, Brea (2005) considera los modelos artísticos actuales como ejemplos de lo que vendrá, una especie de preludio. Así pues, no los considera como obras artísticas de gran

calidad o merecedoras de ovación, sino que habrá que esperar a un futuro para contemplar el esplendor artístico en torno a sistemas electrónicos: “todo el arte en internet que podemos haber visto hasta hoy, no tiene demasiado sentido en la propia historia actual o pasada del arte. Tiene sentido como nuncio de un futuro que está por llegar” (Brea, J. 2005. La conquista de la ubicuidad. Recuperado de <http://www.march.es/conferencias/anteriores/voz.aspx?p1=2410>)

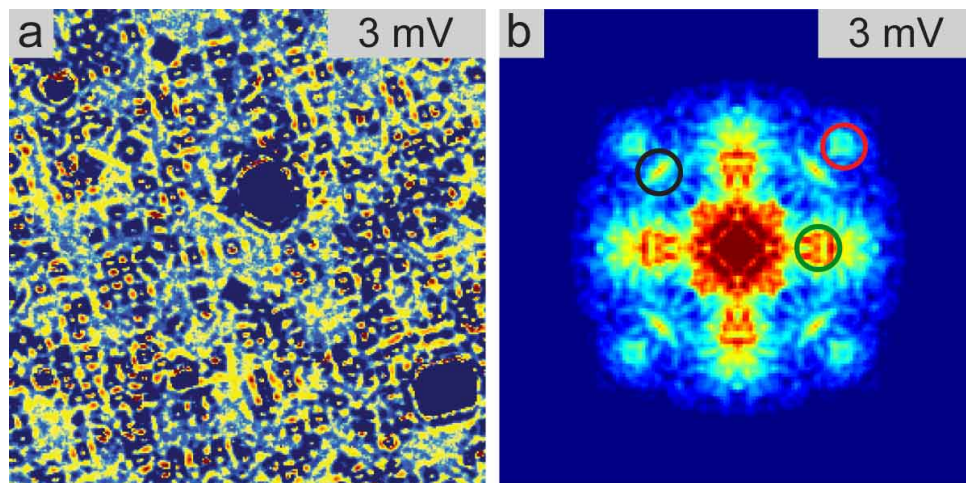
Quizás, esta opción de considerar el arte electrónico realizado hasta el momento como ejemplos de lo que vendrá, sea un tanto radical. Pero en esta vorágine de algoritmos, chips e inteligencias computables se pierden muchas obras en el continente, dejando a la deriva el contenido. En numerosas ocasiones, la implementación de la tecnología en el panorama artístico actual pasa del uso al abuso.

Cuando nos topamos ante artículos como el de la revista *Seed* (2014), *The future of science... is art?* (¿El futuro de la ciencia es el arte?), encontramos que, pese a manejar términos como transdisciplinar, sigue sin existir una cohesión total y natural de las disciplinas artísticas y técnicas. En el artículo, Lehrer (2014) establece comparaciones formales y conceptuales entre ejemplos artísticos y conceptos científicos.

Bohr's discerning conviction was that the invisible world of the electron was essentially a cubist world. By 1923, de Broglie had already determined that electrons could exist as either particles or waves. What Bohr maintained was that the form they took depended on how you looked at them. This meant that electrons weren't like little planets at all. Instead, they were like one of Picasso's deconstructed guitars, a blur of brushstrokes that only made sense once you stared at it (Lehrer, J. 2014. *The future of science... is art?* Recuperado de [http://seedmagazine.com/content/article/the\\_future\\_of\\_science\\_is\\_art/](http://seedmagazine.com/content/article/the_future_of_science_is_art/))

(La convicción perspicaz de Bohr era que el mundo invisible del electrón era

esencialmente un mundo cubista. Hacia 1923, Brogile ya había determinado que los electrones podían existir como partículas y ondas. Lo que Bohr mantuvo era que la forma que tomaron dependía de cómo se mirasen. Esto quiere decir que los electrones no se mostraban en absoluto como pequeños planetas. En cambio, eran como una de las guitarras deconstruídas de Picasso, con aspecto borroso, que sólo adquiere sentido una vez que se mira fijamente).



**Figura 61.** En la imagen a) se aprecian las ondas de electrones formadas por las interferencias de los mismos en la superficie. En la imagen b) aparece la transformación real del mapa de conductancia.

Recuperado de <http://www.2physics.com/2013/08/visualizing-nodal-heavy-fermion.html>



**Figura 62.** Naturaleza muerta con guitarra (1924), Pablo Picasso.

Según Bohr, los electrones no se muestran como pequeños, sino como una de las guitarras de este cuadro de Picasso, poco reconocibles a simple vista y que requieren una mirada detenida para que cobren forma y puedan ser reconocidas como tales.  
Recuperado de <http://musicologiaencryptada.wordpress.com/>

#### 3.8.4. Rompiendo las barreras arquitectónicas de nuestro cuerpo.

El biólogo británico Julian Huxley (1974), definió el transhumanismo como el estado en el que el hombre sigue siendo hombre pero que se trasciende a sí mismo, al ser consciente de sus nuevas posibilidades.

Así comienza el uso de la palabra *transhumano*. Si el término de I.A. fue acuñado en 1956, un año después aparece el concepto de transhumanismo. Este movimiento intelectual promueve la implantación de la tecnología en nuestra sociedad como medio para mejorar nuestras capacidades físicas e intelectuales y poder así gozar de mejores condiciones de vida. El propósito de corregir la propia raza humana implica un acto evolutivo, cuyo máximo fin es el de construirnos a nosotros mismos; pero también se estudian los posibles efectos adversos de las aplicaciones tecnológicas. Pensadores de este movimiento del “humano mejorado”, como Nick Bostrom (Suecia, 1973), se remontan a la antigua Grecia para asentar los precedentes de este concepto filosófico. Y es precisamente en la mitología griega donde aparece la necesidad del hombre de superar su propia condición.

A la I.A. debemos sumar obras como *El Origen de las Especies* (1859) de Darwin o *El Hombre Máquina* (1748) de La Mettrie, que conformaron el vocablo futurista. Más tarde desembocaría en transhumanista para denominar lo que ya se atisba como posthumanismo.

Pero el concepto que aquí se trata se sustenta en una antropología materialista de tipo empirista, y en que muchos reprochan la visión del ser humano como una máquina sin más, explicando nuestra condición por medio del neurobiologicismo y centrándose en el hecho de que somos un conjunto de conexiones neuronales. En este marco de pensamiento, y bajo una



mirada post-antropocéntrica, nos topamos ante el *homo technologicus*; estaríamos pues, ante la consecuencia evolutiva del imperante *homo habilis*.



**Figura 63.** *La caída de Ícaro* (1975). Chagall, M.

El cuadro de Chagall ilustra la caída de Ícaro. Esta figura mitológica, encarna los primeros deseos por superar las cualidades propiamente humanas, al intentar volar mediante la construcción de unas alas. Se trata pues, de un ejemplo de aplicación tecnológica como solución a una limitación corporal humana. Queda reflejado en este relato mitológico, un claro referente transhumanista.

Recuperado de <http://vueloinsensato.blogspot.com.es/2010/11/dedalo-e-icaro-la-leyenda.html>

Stelarc (2012) es sin duda el artista transhumanista más emblemático. En sus obras hace uso de una tecnología llamada “La Tercera Mano”, totalmente acoplada al cuerpo humano, convirtiéndose en una extensión del mismo, y que funciona mediante señales electromagnéticas. Estas son producidas por un músculo en su proceso de contracción y relajación, creando una interfaz de comunicación entre el usuario y la máquina.

Contrariamente al sentimiento de descorporeización a causa de las nuevas oleadas de comunicación, encontramos convergencias en la divergencia, ya que estamos ante un ejemplo de fisicidad extrema, con un total dominio y conciencia del propio cuerpo

implementado con controles remotos.

Si hasta el momento hemos conocido múltiples maneras de conectar y recibir información e imágenes, es ahora cuando ese acceder, cargar y conectar se puede realizar directamente en nuestro cuerpo, proyectando la presencia y consciencia del mismo. Todas estas aplicaciones inteligentes no aceleran la desaparición del cuerpo y la disolución del yo, sino que generan nuevas opciones corporales, acoplamientos físicos que existen al margen de los límites evolutivos.



**Figura 64.** *Cuerpo amplificado, ojos láser y tercera mano* (1985), Stelarc.

Recuperado de [http://cec.sonus.ca/econtact/14\\_2/stelarc\\_gallery.html](http://cec.sonus.ca/econtact/14_2/stelarc_gallery.html)

Esta suerte de cuerpo amplificado, va acompañado de la llamada *Tercera Mano* y de un control de mecanismos de tipo EMG (señales electromagnéticas). Posee una posibilidad de rotación de 290 grados, una liberación de pellizco y liberación de asimiento, activada por señales musculares, procedentes de abdominales y piernas, permitiendo el movimiento individual de las tres manos. La *performance* se completa con la iluminación intermitente de la instalación, en relación a las reacciones de los músculos y el sistema implementado.

En todo caso, lo importante aquí, más allá de la identidad del cuerpo, es su posibilidad de conectividad, su interfaz. Este artista australiano trabaja en la evolución de la arquitectura humana, sus posibilidades de rediseño a través de prótesis robóticas, exoesqueletos, brazos virtuales, máquinas musculares o esculturas estomacales.



**Figura 65.** *Oreja en el brazo* (2007-2010), Stelarc.

En su obra *Oreja en el brazo*, Stelarc construye genéticamente la célula que conforma un oído, implementándolo a su brazo y conectado a Internet. Se convierte así en un órgano público, accesible acústicamente para todos, sin problemas geográficos. Recuperado de [http://www.toshare.it/toshare09/?page\\_id=3052&lang=en](http://www.toshare.it/toshare09/?page_id=3052&lang=en)

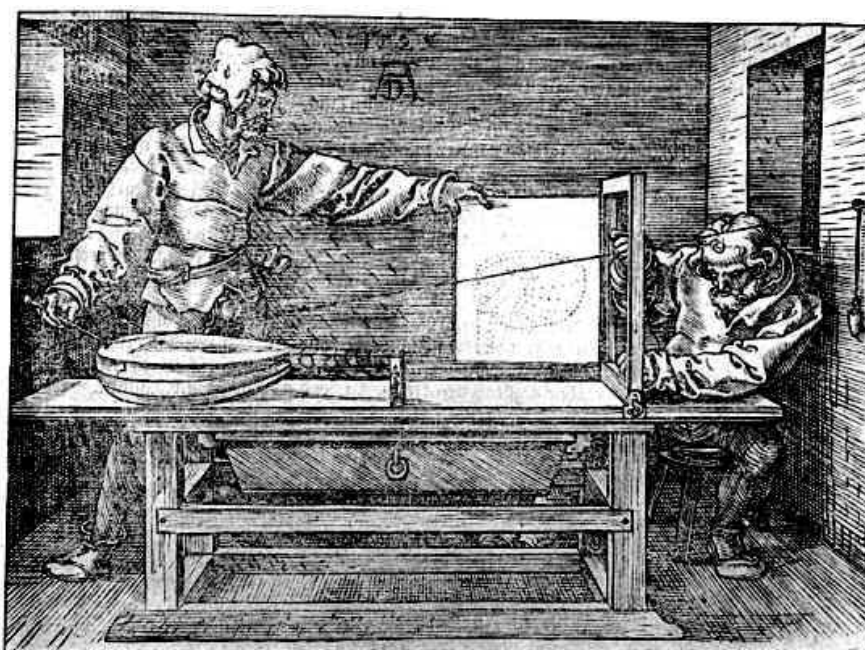
### 3.8.5. La contemplación de las máquinas

Para llegar al estado comentado en el apartado anterior, fueron necesarios una serie de acontecimientos llevados a cabo en la década de los años veinte y treinta del pasado siglo. Fue en esta época cuando las máquinas empezaron a verse como objetos de contemplación y goce estético; pero la famosa serie de grabados de Durero, *Máquinas de dibujar* (siglo XVI), abrió el camino de artistas que utilizan la aplicación de la tecnología a fin de crear nuevas formas visuales.

En la imagen inferior, Durero elimina el ojo humano por completo. El artilugio se compone de una aguja clavada en la pared y un trozo de cuerda. La cuerda tiene un pasador en un extremo y un peso en el otro. Entre el ojo de la aguja y el objeto se coloca un marco de madera en el que cada punto puede ser determinado por dos hilos móviles que se cruzan entre sí en ángulo recto. Cuando el pasador se pone en un determinado punto del objeto, el lugar donde la cuerda pasa a través del marco determina la ubicación de ese punto dentro de



la futura imagen. Este punto se fija mediante el ajuste de los dos hilos móviles y a la vez entra en un trozo de papel. Por una repetición de este proceso, el objeto puede ser transferido gradualmente a la hoja de dibujo.



**Figura 66.** Máquina de dibujar (1525), Alberto Durero.

Esta es una muestra de las muchas tentativas de imaginar y plasmar máquinas artísticas que se han repetido a lo largo de la historia.

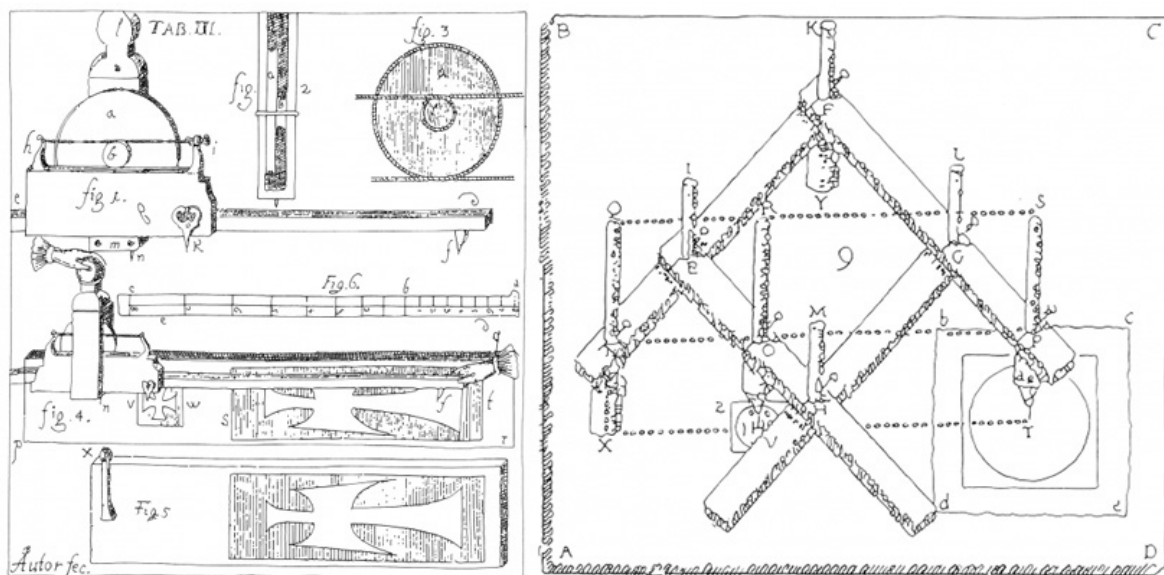
Recuperado de <http://w3.gril.univ-tlse2.fr/Proimago/pictsemio/durer-c.htm>

A lo largo de la historia se han repetido estas tentativas de imaginar y plasmar máquinas artísticas.

En el siglo XVII tenemos el ejemplo del físico y astrónomo alemán Christoph Scheiner, con su máquina para dibujar: *Pantograph*. Se trata de un instrumento de dibujo gracias al cual se puede copiar una figura o reproducirla a una escala distinta. Para conseguir el efecto deseado se alterna la distancia entre los puntos de articulación, pero manteniendo el paralelismo entre las varillas.

En 1713, Jacob Leupold construye la máquina *Anamorfosis*, también para dibujar. Resulta curioso cómo desde hace siglos, pese a que la tecnología no había irrumpido con fuerza en la sociedad de la época, ya se empiezan a idear máquinas que realicen funciones artísticas. Pueden ser consideradas ejemplos que se adelantan a las actuales tecnologías

digitales. En cierto modo, el que las máquinas se convirtiesen en elementos susceptibles de belleza es el inicio de la convergencia entre arte, tecnología y ciencia. Es la I.A. una disciplina que permite el diálogo entre estos campos que nacieron unidos y se separaron en la antigua Grecia. “Desde la segunda mitad del siglo XX, se entiende que las distinciones entre ciencias empíricas y humanísticas han quedado obsoletas, y han de dar paso a una ‘tercera cultura’ que formule un nuevo tipo de paradigma” (Algora, M. De Vicente, J., 2008, p.7)



**Figura 67.** Ilustración *Machine for Anamorphosis* (1713). Ilustración del *Pantógrafo*. (1608), Scheiner C. Esquemas de máquinas para dibujar de los siglos XVII y XVIII.

Recuperado de <http://code-collective.cc/cnc-historical-drawing-machine/>

El concepto de Villel (2008) viene precedido por la idea de Las Dos Culturas de Snow (1959), quien publicó el libro con este título. En él se trataba la exclusión de científicos en el campo cultural, que se llevó a cabo en los años 30 del siglo pasado, relegando esta función a los pensadores literarios. Estos, ante la escasa implicación social de aquellos, se autoproclamaron como únicos canalizadores culturales. Esta problemática de la divulgación científica continúa hasta nuestros días.



**Figura 68.** Mecánico trabajando en máquina de vapor (1920), Lewis Hine.

Ya a principios del siglo XX y en pleno desarrollo industrial, con la inclusión masiva de máquinas en contacto con la gente, aparecen piezas artísticas que ayudan a asimilar esta nueva situación. Recuperado de <http://www.chfvision.com/lewis-hine-en-la-fundacion-mapfre-en-madrid>

Resuelto en mayor o menor medida el interés por proclamar al gran público los avances científicos, quedan pendientes los canales a través de los cuales se produce una acción de culturización de los avances tecnológicos. Se discute si esta faceta debe ser llevada a cabo exclusivamente por la comunidad de científicos o puede desempeñarse con eficacia por parte de intelectuales literarios (incluyendo periodistas). En palabras de Arroyo (2013), uno de los expertos entrevistados en el presente estudio, “la divulgación de la ciencia debe venir prioritariamente desde los científicos, no de los periodistas (como está ocurriendo hoy) ni menos de gente tan mal preparada para entender la ciencia como pueden ser los artistas (en



general, quizás haya alguna excepción)” (Arroyo, M. 2013, p.375)

Todas las piezas artísticas en las que predomina la iconografía de lo técnico personifican la aceptación y asimilación de la ciencia como cultura, abandonando cada vez más la llamada cienciafobia. “En todo arte hay una parte física que no puede contemplarse ni tratarse como antaño, que no puede sustraerse a las empresas del conocimiento y el poder modernos” (Valéry, P., 2005, p. 83).

Si bien es cierto que están cambiando los formatos artísticos, esto conlleva una problemática de comprensión del medio, una preparación del observador para comprender los nuevos códigos que encierra el formalismo estético, Mealing (2002) sostiene que los consumidores digitales aún no se han alfabetizado lo suficiente como para apreciar las referencias y matices de la animación por ordenador, quedándose en una interpretación superficial. Para que se produzca una amplia percepción de este tipo de imágenes, es necesario adquirir una visión algorítmica.



**Figura 69.** *Morphogenesis* (2001-2004), Jon McCormack.

La pieza ha sido inspirada por una visita al Litchfield National Park en Australia.

Recuperado

de

[http://teemingvoid.blogspot.com.es/2007\\_04\\_01\\_archive.html](http://teemingvoid.blogspot.com.es/2007_04_01_archive.html)

Este es un fragmento perteneciente a la serie *Morphogenesis* (2001-2004) del artista Jon McCormack. Se trata de una colección de imágenes digitales creadas con un software específico, basado en modelos de desarrollo biológicos. Se ha tomado un patrón base como regla de desarrollo para modelar el crecimiento y la forma de la especie natural de la flora australiana. Estas reglas de crecimiento funcionan como si se tratase de un ADN digital que define y determina el crecimiento de cada planta en un entorno simulado. El ADN puede estar sujeto a algún tipo de mutación y a procesos evolutivos, permitiendo a la especie individual desarrollarse en base a criterios estéticos o de otro tipo. Estos procesos nos guían hacia lo extraño, aún apareciendo como modelos familiares de la arquetípica flora australiana. Son estructural y topológicamente coherentes, aunque probablemente no podrían existir como la verdadera forma biológica.

El *software* genera modelos, sumamente detallados y complejos, de forma geométrica en 3D, que son representados como imágenes digitales. Estas son impresas sobre medios de comunicación de archivo fotográfico. Se trata de un ejemplo en el que, para entender la obra más allá de la simple contemplación estética, es necesario comprender el sistema biológico de desarrollo a través del ADN, así como su implementación en los entornos de *software*.

En 1922, Enrico Prampolini, Ivo Pannaggi y Vinicio Paladini firmaron *El arte mecánico. Manifiesto futurista*, el cual advertía que la máquina debería estar presente en el arte. Esto se debe a que eran conscientes de que las máquinas estaban marcando nuestro ritmo vital. Según Caterina Giannetti (1998) los futuristas llevaron a cabo un perfeccionamiento del ámbito radiofónico para ofrecer el telegusto, el teletacto y el teleolfato. A raíz de este hecho se incluirían la televisión y la radio como medios telemáticos en el arte.

*La Radia* sería el manifiesto de 1933 en el que Masnata y Marinetti hacían referencia al uso de los medios de comunicación en el arte; en concreto la radio, pero aventurando ya la utilización de medios mecánicos de visión. Fue más tarde, en 1952, cuando Lucio Fontana

abre el camino a nuevas posibilidades artísticas con la inclusión de la televisión en este campo a través del manifiesto *Movimiento Espacial para la Televisión*.



**Figura 70.** *Laberinto. Ambientación tecnológica (1963)*, Masnata y Marinetti. Las obras de los años 60' se caracterizaban por la utilización de diversos elementos cinéticos, audiovisuales, electrónicos, etc. Se abre el camino de lo híbrido en el arte.

Recuperado de [http://www.roalonso.net/es/arte\\_y\\_tec/primeros\\_anios.php](http://www.roalonso.net/es/arte_y_tec/primeros_anios.php)

Ya desde la década de los años 40 se venían realizando obras de carácter experimental con luces y movimiento: arte cinético, primeras muestras de videoarte e incluso incursiones en el mundo cinematográfico. Rodrigo Alonso (2005) apunta que un entorno político favorable así como un diálogo fluido con el circuito artístico internacional propiciaron la utilización de dispositivos mecánicos y electrónicos, máquinas, luces, proyecciones de todo tipo, sistemas de sonido, computadoras, etc.

John Cage es otro de los contribuyentes al cambio en el panorama cultural, presentando en 1952 su pieza *Paisaje Imaginario nº 4*. Consistía en dos *performers* encargados de manipular un total de doce aparatos radiofónicos. “No obstante, fue el artista francés César, dentro del espíritu del Nouveau Realisme, el que en la exposición titulada *Antagonismes II* –

l'objet, hizo uso, por primera vez, de un televisor presentado como obra de arte" (Gianetti, C. 1998. *Ars telemática*. Telecomunicación, internet y ciberespacio. Recuperado de [http://www.artmetamedia.net/pdf/3Giannetti\\_ArsTelematicaIntro.pdf](http://www.artmetamedia.net/pdf/3Giannetti_ArsTelematicaIntro.pdf))

Pero fue Nam June Paik el artista por excelencia en introducir la televisión en el medio discursivo del arte. Mientras Cesar utilizaba este aparato de modo "duchampiano", es decir, descontextualizándolo, Paik se recreaba en el tipo de imagen que la televisión le brindaba. Se trata de uno de los máximos exponentes del movimiento *Fluxus*, pionero del videoarte. Entendía el arte como un continuo proceso de percepción, participativo, bajo una visión innovadora de las artes y la tecnología. Lo que consigue Paik en su obra, es traspasar los límites comunicativos de la televisión.



**Figura 71.** *Reclining Buddha* (1994), Nam June Paik.

La pieza muestra la intención del artista coreano, por integrar la cultura oriental y la occidental a través del collage de elementos yuxtapuestos, procedentes de muy diferentes contextos. La imagen final pretende ser un bodegón armonizado. "La televisión no es sólo una herramienta de los media, sino también un sistema, que es a sí mismo información" (Sarriguarte, I. 2010 <<http://www.scielo.org.mx>>).

Recuperado de <http://wam-magazine.com/wp-content/uploads/2009/06/nam-june-paik.jpg>



La utilización de medios electrónicos en el mundo del arte se debe a la adecuación del desarrollo social y cultural. Según Waldemar Cordeiro (1972), el arte que se basa en los objetos restringe el acceso del público a la obra y consiguientemente se posiciona por debajo de la demanda cultural cuantitativa y cualitativa de la sociedad moderna.

Como se ha comentado anteriormente, el movimiento impulsor de la inclusión de las máquinas en el arte fue el futurismo. Este rol de la máquina comenzó siendo estético.



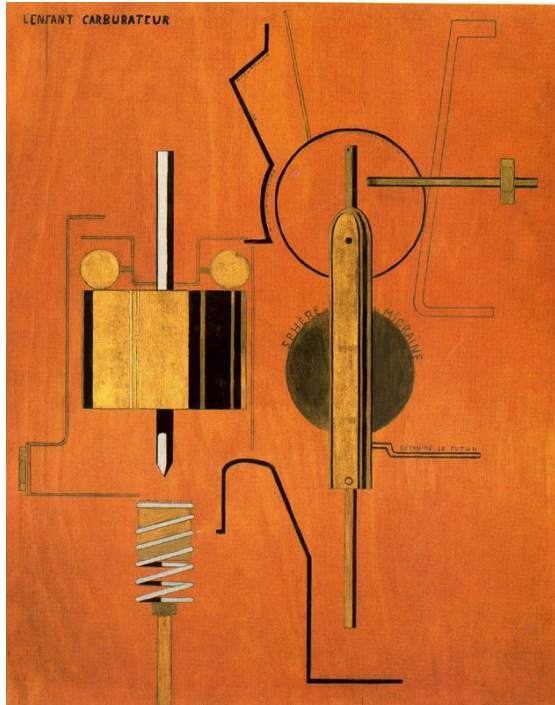
**Figura 72.** *El caballero rojo* (1913), Carlo Carrà.

La obra de Carrà presenta una descomposición, fragmentación de la imagen, que sugiere la agitación de la acción: un jinete montando a caballo. La velocidad del desplazamiento queda reflejada en la descomposición del proceso de movimiento, que alude a las imágenes tomadas con cámaras fotográficas. Recuperado de [http://elpais.com/diario/2009/02/18/cultura/1234911601\\_740215.html](http://elpais.com/diario/2009/02/18/cultura/1234911601_740215.html)

La velocidad fue la característica más notable de esta corriente, en algunos casos como ocurre con la obra arriba mostrada, la representación de la velocidad proviene del medio fotográfico.

La proliferación de aviones, trenes, automóviles y, en general, medios de transporte cada vez más rápidos se reflejó en poemas, cuadros, esculturas y textos. Esta inclusión de la máquina en la estética del futurismo llega a mostrar la incorporación de estas en el cuerpo humano, como se muestra en la siguiente imagen (*El niño carburador*).





**Figura 73.** *El niño carburador* (1919), Picabia.

Recuperado de

<https://lifeartgroup.wordpress.com/2012/10/05/dadaisme-1916-22-primeras-vanguardias-s-xx-1905-45/>

Basado en un diagrama de ingeniería de un carburador pero en donde las nominaciones de las diferentes partes del mismo han sido sustituidas por partes del cuerpo humano. Además de la identificación hombre-máquina, encontraremos en estas obras un tratamiento irónico acerca de la infalibilidad de las ciencias y de la fe en el progreso tecnológico (Gache, B. 2004).

Duchamp, Tinguely y Paik pertenecen ya a otro grupo de artistas que incorporan aparatos de una manera muy distinta. Ya no se basan únicamente en el objeto estético, sino que construyen máquinas a través de la labor artística.



**Figura 74.** *Rotative plaques verre. (Optique de précision)* (1920 – 1979), Marcel Duchamp.

Recuperado

de

<https://www.centrepompidou.fr/cpv/resource/ckXykd4/rnyx68B>

Plexiglas pintura, metal, madera y motor eléctrico. Reconstrucción llevada a cabo en 1979 por los talleres de la Régie Renault. Consiste en 5 piezas de plexiglás pintadas, brazos de madera y metal y un eje metálico impulsado por un motor eléctrico.

En 1920, Duchamp llevó a cabo la serie *Rotativas*. Se trataba de objetos móviles, contruidos bajo directrices matemáticas, de ingeniería y óptica. La idea era alejarse de lo estático y acercarse a la idea de máquina en

Por último, los nuevos medios tecnológicos brindan la oportunidad de crear corrientes estéticas originales, novedosas prácticas artísticas y cuestionamientos actualizados acerca del papel de las artes. “La obra de Bruce Nauman *Performance del pasillo* (1969), enfrentó por primera vez al espectador con su propia imagen, registrada por una cámara de vigilancia colocada al final de un angosto y claustrofóbico túnel que debía atravesar” (Gache, B. 2004. Arte y máquinas en el siglo XX. Recuperado de <http://findelmundo.com.ar/belengache/artemedios.htm>)

La inclusión de sistemas sintéticos que “crean” piezas artísticas es la máxima expresión de lo mecánico en el arte. La tecnología ha contribuido a ampliar los horizontes mentales y perceptuales de los seres humanos.



**Figura 75.** *Live-Taped Video Corridor*, (1970), Bruce Nauman.

Recuperado de <http://bridell.com/live-taped-video-corridor-1970/>

En esta instalación, el visitante camina por un pasillo estrecho hasta toparse con dos monitores, uno encima de otro. El monitor inferior muestra una imagen grabada del corredor, mientras que en la pantalla superior se puede ver la imagen del pasillo a tiempo real, grabada por una cámara instalada en la entrada del pasillo. El efecto es que en la entrada del pasillo el visitante se ve en el monitor, pero cuanto más se acerca a la pantalla, más lejos se ve, produciéndose la sensación de que cuanto más se acerca “a uno mismo”, más lejos se divisa.

A lo largo de este apartado se ha expuesto cómo el papel de la máquina ha pasado del arte objetual al arte del concepto y, finalmente, los robots artísticos cierran, hasta el momento de hoy, la historia de los artilugios mecánicos en el arte. Quizás, la gran diferencia entre las obras comentadas hasta ahora y los robots, es que no se trata sólo de objetos. Los percibimos, pero la gran novedad está en que son manifestaciones artísticas capaces de percibir al público gracias a los sensores de los que están compuestos. Así se ha pasado de la contemplación de las máquinas a la interactividad, permitiendo al visitante proyectar su

presencia en la obra. “Los robots manifiestan comportamientos. El comportamiento robótico puede ser mimético, sintético, o una combinación de ambos. Al simular aspectos físicos y temporales de nuestra existencia, los robots pueden inventar nuevos comportamientos” (Kac, E. 2009. Arte robótica: un manifiesto. Recuperado de <http://www.ekac.org/kac.roca.sp.html>)

### **3.8.6. Software como obra de arte.**

“El problema del arte contemporáneo es que es demasiado consciente de su propia historia, mientras que el de los nuevos medios es que no lo es en absoluto” (Algora, M. De Vicente, J., 2008, p. 18)

Muchas de las piezas artísticas basadas en la I.A. presentan una serie de complicaciones debido a su naturaleza. En muchos casos, son más prototipos que un producto final, y es que pese al alto coste económico a la hora de realizar este tipo de obras, y su gran dificultad técnica, sus autores no son grandes entidades financieras o de industria tecnológica, sino personas individuales, artistas. Se trata de piezas extremadamente delicadas, con una gran necesidad de mantenimiento, y con altos márgenes de error. Sin embargo, la mayor problemática que presenta este nuevo tipo de arte es el replanteamiento del binomio original-copia.

Desde el principio de la historia del arte, ha existido esa obsesión por el original, buscando la firma y desarrollando toda una serie de técnicas para poder determinar qué es copia y qué es original. La aparición de la fotografía y de otras técnicas reproductivas como la serigrafía, con el tiempo, han ayudado a abrir los márgenes de lo correcto e incorrecto en el mundo del arte. Justo cuando empezábamos a entender que no una única pieza tiene por qué ser lo correcto, irrumpe en el arte la I.A. Todos esos software casi intangibles, sin gran atrayente estético, una vez que hemos asimilado que son piezas de arte en sí, debemos

asimilar que la problemática de original-copia, ya es historia.

*Transducers*, es una de las obras premiadas por la Fundación Telefónica VIDA 13.2. Se trata de una instalación compuesta por varios dispositivos de vidrio de laboratorio en cada uno de los cuales se ha implantado un elemento biológico: un único cabello humano. En apariencia, un diminuto cabello es un simple desecho físico, pero, considerando la mera posibilidad del análisis biocientífico, adquiere el status de portador de información genética importante que puede explicar aspectos relacionados con el individuo.

Cada unidad de vidrio contiene también un conjunto de dispositivos mecánicos y componentes electrónicos, con los medios necesarios para producir una respuesta vibratoria audible basada en la lectura del ADN capilar. Los especímenes biológicos generan así un paisaje sonoro en el que se escuchan vibraciones exclusivamente únicas y personales que forman en su totalidad una polifonía de cabellos humanos. (Fundación Telefónica expone en Arco las obras ganadoras del certamen Vida 13.2. 2012. Recuperado de <http://masdearte.com/fundacion-telefonica-expone-en-arco-las-obras-ganadoras-del-certamen-vida-132/> )

Este tipo de obras, pueden ser interpretadas de dos maneras. El espectador que entiende y le concede a la pieza su valor profundo, y el que simplemente ve un conjunto de morfológico de líneas, colores, y elementos de la estética tecnológica actual.

(...) Una de las diferencias del público es, en aquellos que participan del conocimiento general de los avances de la ciencia y también del estado de su divulgación. Sin embargo, esta dicotomía puede no ser la más interesante, pues implica entender el rol de la sociedad y el arte como simplemente un problema de recepción de la ciencia (...). La obra trasciende para el arte cuando produce algo más que una herramienta de visualización de los modelos de la ciencia, o sea, cuando dice algo más, cuando produce un sentido que se extiende más allá de la ciencia misma

(Hernández, I. et al 2005, p. 36)



**Figura 76.** *Transducers.* (2010-2012), Verena Friedrich.

Recuperado de <http://vida.fundaciontelefonica.com/project/transducers/>

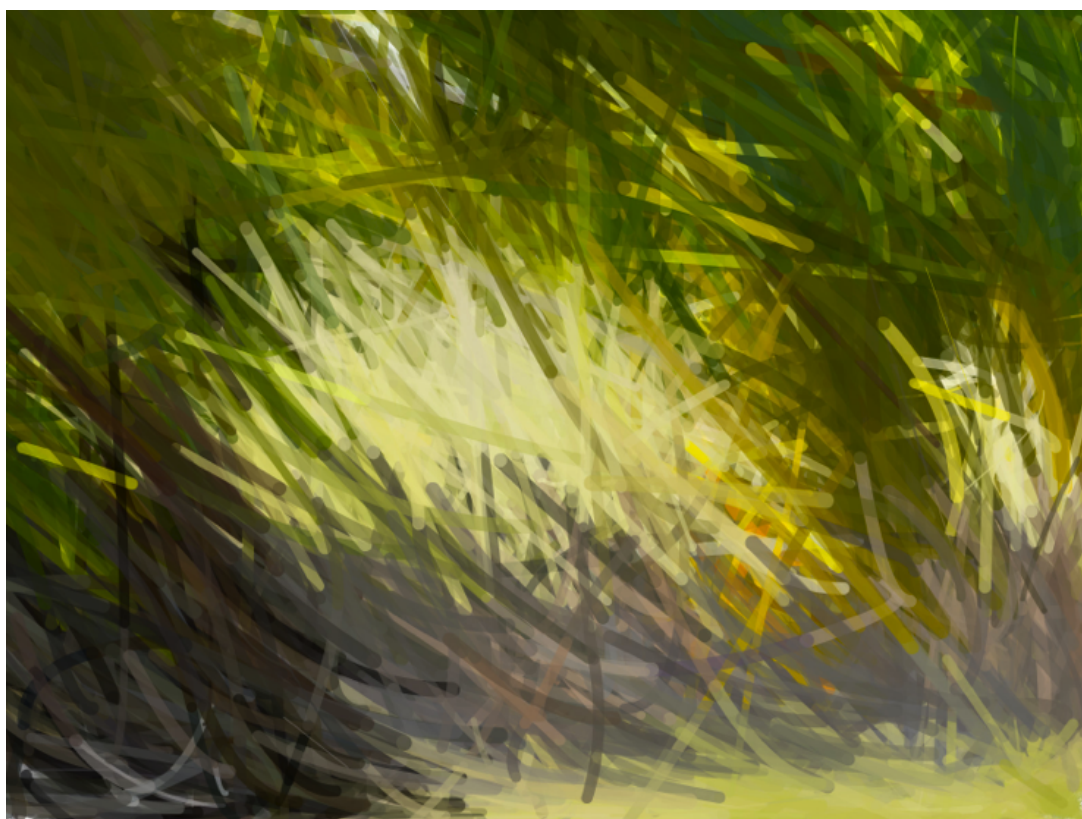
Detalle de la pieza de Friedrich, en la que se aprecian los elementos tubulares de vidrio, suspendidos del techo y que caen a la altura de los ojos del espectador para que se pueda apreciar el cabello de origen humano que contiene cada tubo, la lectura del ADN capilar es el elemento base para que se produzca una respuesta vibratoria con sonido.

Podemos decir, que las matemáticas son el hilo conductor de las obras computacionales. En estos casos, son algo más que la vía para que estos artefactos funcionen, se convierten en proyecciones de nuestras cualidades cognitivas. Son el alma de las simulaciones. El “cerebro” de las máquinas, que les permite comportarse como entidades inteligentes. En esta línea de pensamiento, “los algoritmos forjados en el campo de la informática pueden ayudarnos a descubrir por lo menos parte del proceso orgánico del mundo natural” (Hernández, I. et al. 2005, p. 50)



El arte generativo se puede tomar como imágenes compuestas a partir de leyes comunes al mundo natural. Esto sucede también a la inversa, leyes de lo natural que encajan en composiciones algorítmicas. Y en este tipo de obras, sí interviene la aleatoriedad y el azar de manera constante.

Una de las propuestas más interesantes de arte generativo se encuentra en la web Doodl del artista Leornado Solaas.



**Figura 77.** Imagen propia (2014), realizada por medio de *Doodl*.  
Recuperado de

<http://www.doodl.net>

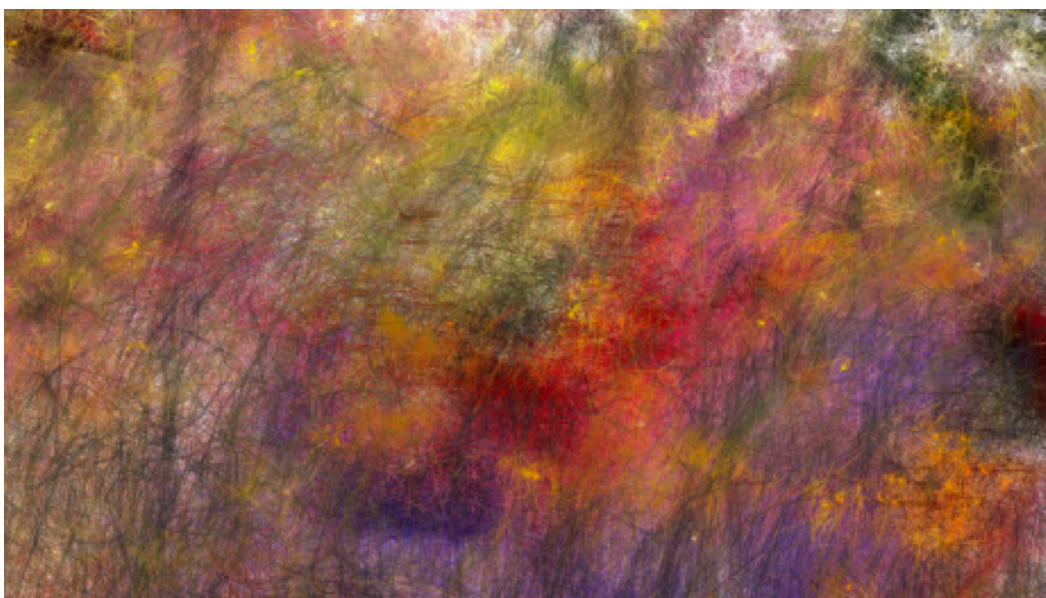
*Doodl* es un robot que funciona a modo de herramienta interactiva, una aplicación web social y un experimento generativo. Se basa en una idea simple: la traducción entre el color y el movimiento. Las imágenes fuente se toman como corrientes primas de datos: rejillas de números que controlarán el flujo de líneas en el dibujo final.

Se compone de una gran cantidad de agentes computacionales autónomas que van a la deriva sin fin sobre la superficie de la pantalla, dejando un rastro como lo hacen. Las imágenes fuente son como un terreno virtual para ellos, por medio de algunas fórmulas simples que se convierten los valores de color en un campo de fuerza que influye en la velocidad y la dirección de su flujo. Cada agente decide su propio comportamiento, pero se puede controlar muchos parámetros globales que tendrán un efecto (aunque a menudo un impredecible) en el resultado emergente de su dinámica poblacional.

En esta página, el autor ofrece una serie de herramientas digitales para que cada usuario componga su propia obra. Pudiendo compartirla, subiéndola a diferentes redes sociales, y creando así una comunidad.

El interés de este artista, va más allá de la estética referencial, considerando estas formas artísticas como roles que pertenecen a las transformaciones que se llevan a cabo en la sociedad de la informática. "El arte generativo es intensamente contemporáneo porque participa de un cambio cultural profundo, que sustituye estructuras jerárquicas por sistemas complejos, sistemas de control por autoorganización, unidad por multiplicidad, universalidad por localidad, etc." (Solaas, L. 2011. Arte generativo: mitad humano, mitad máquina. Recuperado de

[http://www.bbc.co.uk/mundo/movil/noticias/2011/07/110728\\_tecnologia\\_arte\\_generativo\\_solaas\\_nc.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/movil/noticias/2011/07/110728_tecnologia_arte_generativo_solaas_nc.shtml))

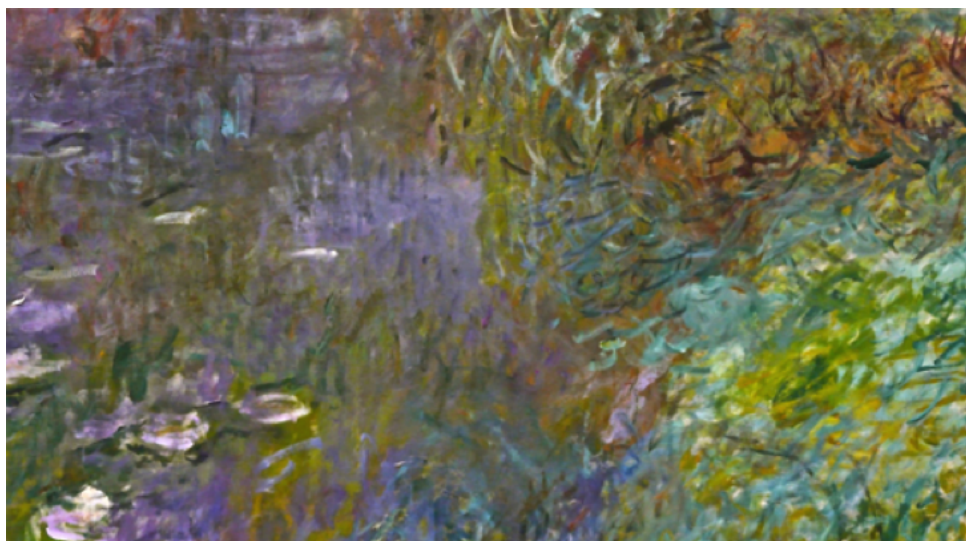


**Figura 78.** BBC Mundo (2011), *Doodl* de Solaas.

Recuperado de <http://www.noticiariobarahona.com/2011/07/arte-generativo-mitad-humano-mitad.html>  
Ejemplo de una obra creada por el BBC mundo, a través de la herramienta de Leonardo Soolas, en web, cualquier usuario puede crear una muestra de arte generativo.

El desafío del arte generativo en este momento es desarrollar propuestas que sean verdaderos híbridos o quimeras estéticas: ni demasiado humanas -en el sentido de

una imitación acrítica de la tradición del arte-, ni demasiado inhumanas -en el sentido de una fascinación por el despliegue de una pura formalidad matemática (Solaas, L. 2011. Arte generativo: mitad humano, mitad máquina. Recuperado de [http://www.bbc.co.uk/mundo/movil/noticias/2011/07/110728\\_tecnologia\\_arte\\_generativo\\_solaas\\_nc.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/movil/noticias/2011/07/110728_tecnologia_arte_generativo_solaas_nc.shtml))



**Figura 79.** Fragmento del cuadro *Los nenúfares* (1920). Claude Monet. Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/antoniomarinsegovia/5137734559/>  
Este ejemplo se muestra como un híbrido entre una pintura del Monet más abstracto y las formas que surgen de la práctica digital.

Todo este proceso de simulación llevado a cabo por medio de sistemas de computación gráfica, empezó con la fotografía. Con los primeros aparatos fotográficos se comenzó a automatizar la imagen. Sin embargo, a diferencia de los artistas que se sirven del medio fotográfico, que apenas requiere de conocimientos de cómo funciona una lente, o leyes físicas de la luz, maquinaria interna de la cámara, etc.; el creador que utilice programas de computación, deberá saber cómo funcionan, programarlos y diseñarlos. “El conocimiento necesario para diseñar a través del computador es más complejo que aquel que se requiere convencionalmente para fotografiar e iluminar” (Hernández, I. et al. 2005, p. 50)

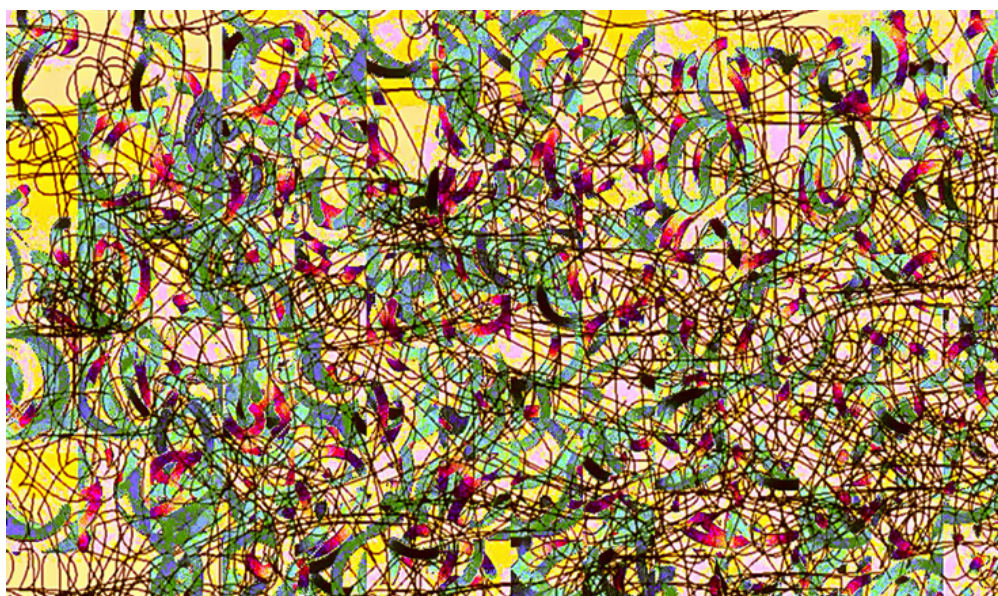
La fisicidad en el arte computacional queda relegado a miles de re combinaciones numéricas y sus posibles manipulaciones. No existe un lienzo, ni pinceles, químicos o



cualquier otro material. No mancha, ni deja huella en el espacio. Se trata de una representación de la abstracción matemática. Volviendo visible lo invisible.

El valor de este tipo de obras no está tanto en el resultado final, la apariencia de la imagen, sino en su proceso y lo que éste significa. Si antes hablábamos de los conocimientos necesarios para poder realizar este tipo de representaciones, el espectador que se enfrenta a ella también debe tener conocimientos técnicos para poder encontrar sentido en una apariencia abstracta y simple. Lo que estas imágenes muestran es el mundo oculto de los algoritmos y las posibilidades que éstos ofrecen.

La obra ha sido creada gracias al intercambio de un código fuente abierto y herramientas de creación multimedia. Pero el propio artista, no reconoce su obra como arte generativo al cien por cien, ya que según éste, no ha sido realizada por completo con escritura de código fuente, mapeo de datos, fractales o la teoría del caos. Se ha incluido una parte “manual”.



**Figura 80.** Procedural sketches (2013), Mark Gould.

Recuperado de <http://markgould.net/2437/1791882/gallery/generative-procedural-sketches-series-1182-2013>

El propio autor toma esta obra como una investigación para determinar si este tipo de trabajos se pueden enmarcar dentro del llamado arte generativo. Para la realización de esta imagen se han utilizado un código visual, programas de art media, dibujo procesual y procesos algorítmicos que derivan en una pintura gestual.

En este caso, lo manual nos remite al ordenador, refiriéndose a que el artista ha interferido en el proceso de toma de decisiones del software; de ahí que este tipo de

imágenes sean consideradas *cuasi* generativas.

And so, part of my exploration here is not just the work itself, much of my intention is to raise questions about exactly what can or can't be considered generative art, whether the genre can evolve to perhaps include this kind of hybrid work or whether it belongs in a genre of it's own (New: abstract art by Mark Gould. 2015. Recuperado de <http://sfsthetik.com/2015/02/21/new-abstract-art-by-mark-gould-february-2015/>)

(Y así, una parte de mi exploración aquí no es sólo el trabajo en sí, gran parte de mi intención es plantear preguntas sobre exactamente lo que puede o no puede ser considerado arte generativo, si el género puede evolucionar para incluir tal vez este tipo de trabajo híbrido o si pertenece a un género propio).

Se establece pues, un camino de exploración en este tipo de arte de sistemas autónomos. Gould (2013), continúa diciendo, que obras como ésta, replantean el concepto de proceso en el expresionismo abstracto digital. Una suerte de metáfora que encaja en la naturaleza caótica, inmersiva y cambiante del arte generativo.

El que una obra esté realizada con el uso de un sistema autónomo, no implica necesariamente que su apariencia sea de estética digital, y bidimensional.

La obra de Yoshioka, personifica la percepción que el autor tiene de la naturaleza. Se trata de una instalación dinámica de 15 metros. Consiste en una escena que presenta cientos de kilos de plumas ligeras, que simulan nieve. A través de un mecanismo de ventilación, van cayendo lentamente, aludiendo a los paisaje de nieve de nuestros recuerdos, y a la belleza de la naturaleza que a menudo excede nuestra imaginación.

Los visitantes de la exposición experimentan la sensación de ver a través de una tormenta de nieve. Pretendiendo mostrar una belleza inimaginable, captando el movimiento irregular de la naturaleza.

Se ha utilizado uno de los materiales más ligeros, que mejor ofrecen la experiencia de levedad: las plumas. La obra nos remite más a la memoria de la nieve cayendo, que a la nieve real. Su autor hace referencia a lo irreproducible, el caos que no puede ser entendido mediante la teoría. “The most beautiful things I believe in this world is what is irreproducible, accidentally born, and disorder that cannot be understood by the theory. I believe the nature is the ultimate beauty in this world” (The snow by Tokujin Yoshioka. 2010 Recuperado de <http://www.dezeen.com/2010/07/26/the-snow-by-tokujin-yoshioka/>) (Las cosas más hermosas en este mundo son las que no son reproducibles, nacidas por accidente, y el desorden no puede ser entendido por la teoría. Creo que la naturaleza es la belleza suprema de este mundo).



**Figura 81.** *Nieve* (2007). Tokujin Yoshioka.

Esta instalación juega con el concepto de percepción, ya que lo que parece nieve en realidad son plumas en movimiento, así pues la obra de Yoshioka permite construir un contexto perceptivamente equivalente al natural, pero sin pretender reproducirlo de manera mimética. La experiencia de ver nieve se circunscribe en la combinación de: plumas, ventilación mecánica y una habitación. Recuperado de <http://www.architonic.com/ntsht/the-bearable-lightness-of-being-architonic-meets-tokujin-yoshioka-at-imm-cologne/7000570>

A diferencia del arte digital, obras como *Snow* (2007), pese a ser interpretaciones, están

en contacto con lo *real*, en cuanto que vemos en su apariencia una relación directa con el mundo físico. Sin embargo, el arte generativo que nace y crece de lo computacional, poco tienen que ver con lo considerado como realista. Pero sí que presenta un realismo conceptual. La verdad de los números, que aunque no se ve, está ahí. “Ahora se representa lo que se sabe del objeto y no lo que se ve.” (Hernández, I. et al. 2005, p.65)

Todo este realismo conceptual y no físico, muestra que nos alejamos de las imágenes realizadas con la cámara fotográfica, en las que la luz era el principal elemento. Se ha sustituido la luz de las cámaras fotográficas por algoritmos, para generar imágenes.

Desde el descubrimiento de la cámara oscura, la luz ha sido un requisito necesario en la producción de imágenes y eso es justamente lo que está predestinado a desaparecer. (...) A partir del momento en el que la luz ya no fue la condición y el material fundamental de la imagen, entraremos en el dominio del espacio conceptual. (Hernández, I. et al. p. 64)

El *software*, está en estrecha relación con lo virtual, con la estética que se aleja de lo real.

Baudrillard, siguiendo el mismo tema de anulación y aniquilación, teme que el proceso de virtualización de los signos lleve a una estética de la desaparición de lo real. (...)

Es preciso recordar que, o bien lo virtual es una categoría estética que se representa como una recreación de lo real recalculado, o es una categoría tecnológica sin ningún interés (Hernández, I. et al. 2005, p. 165)

Lo virtual se ha convertido en una nueva dimensión de nuestra realidad, sobre la que se vuelcan nuestros deseos, aspiraciones y prácticas.

Maturana (1995) (biólogo, experto en neurofisiología. Sentó las bases de la llamada *biología del conocer*), apoya lo virtual en cuanto a realidad, ya que aunque se trate de una ilusión de percepción, la experiencia es la que dota el significado de real. “La realidad es un argumento esclarecedor. La realidad no puede ser entendida como algo independiente del

espectador, sino es una manera de explicar la experiencia” (Giannetti, C. 1997. Estética de la simulación. Recuperado de [http://www.artmetamedia.net/pdf/1Giannetti\\_EstSimulacion.pdf](http://www.artmetamedia.net/pdf/1Giannetti_EstSimulacion.pdf))

La experiencia no hace distinción entre la percepción e ilusión. Así, realidad, simulación e ilusión, conforman un todo. “Lo que diferencia las diversas realidades que se perciben es la forma en que el sujeto experimenta e incorpora las vivencias” (Hernández, I. et al. 2005, p. 165). A través de esta afirmación, podemos considerar el simulacro como real. La inteligencia Artificial, es pues una identificación de nuestra propia inteligencia.

Sea ficción, realidad virtual o simulacro, aquella experiencia que filtramos y procesamos, se convierte en realidad. La ficción pues, no sólo está en el arte, las letras o las teorías filosóficas, está en la ciencia y está en lo tecnológico. Hans Vaihinger (1911), a través de su obra *La teoría de la ficción científica*, trata el concepto de pensamiento ficcional en la elaboración de teorías científicas.

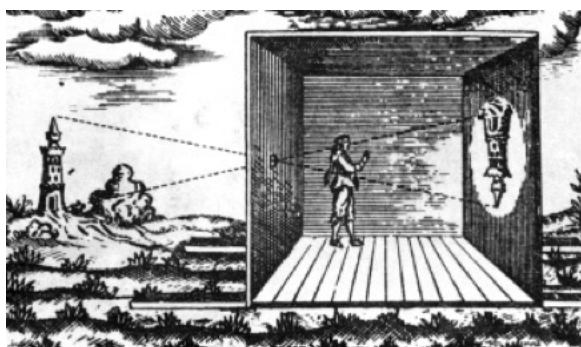
Según Vaihinger, todo aquello que no es experiencia desnuda y pura es ficción. El hombre no puede quedar satisfecho de la sola sensación bruta y por eso se crea ciertas ficciones, como la libertad o la inmortalidad, útiles en la experiencia del mundo (Donaire, P. 2009 Hans Vaihinger, la ficción de la vida. Recuperado de <http://bitnavegante.blogspot.com.es/2009/01/hans-vaihinger-la-ficcin-de-la-vida.html>)

La cámara oscura, puede ser considerado como el primer maquinismo que crea una imagen virtual, que es considerada, a través de la experiencia, como real. La relativización de la experiencia y lo real, es un hecho posmoderno.

Sabemos que el conocimiento del principio óptico de la llamada cámara oscura se remonta a Aristóteles, que observó, en el interior de una habitación oscura, la imagen del sol en eclipse parcial proyectándose en el suelo a través de un pequeño orificio. (Giannetti, C. 1997. Estética de la simulación. Recuperado de



[http://www.artmetamedia.net/pdf/1Giannetti\\_EstSimulacion.pdf](http://www.artmetamedia.net/pdf/1Giannetti_EstSimulacion.pdf))



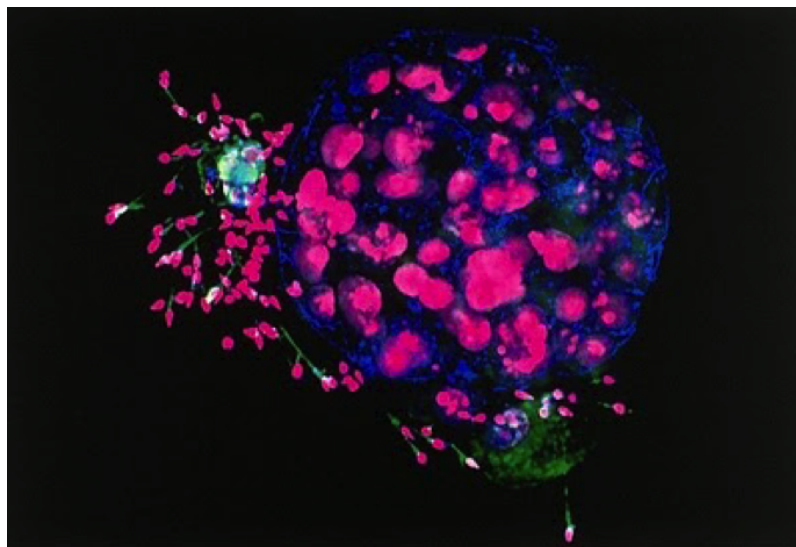
**Figura 82.** *Camera Obscura* (1646), Athanasius Kircher. Imagen que ilustra los inicios de la cámara oscura, que consistía en una habitación. Recuperado de <http://queaprendemoshoy.com/la-camara-oscura-cuando-la-pintura-fue-fotografia/>

### 3.8.7. La ciencia como posible estético

El título hace referencia a dos conceptos que se vienen tratando por separado y también conjuntamente, a lo largo de la presente tesis: arte y ciencia. Si bien decíamos que es a partir de la Antigua Grecia cuando se separaron, es “ahora” (desde la segunda mitad del siglo XX), cuando se intentan volver a unir. “Una nueva cultura que combine lo empírico y lo humanístico tiene una prolongación natural en prácticas en que las barreras entre la exploración estética y la indagación científica se disuelven” (Algora, M. De Vicente, J., 2008, p. 19)

A través de cualidades físicas como la luz, el sonido o la carga eléctrica, utilizadas en la observación médica, y que han creado maneras revolucionarias de ver los procesos y estructuras dentro de nuestro cuerpo, son empleados como materiales para la práctica creativa. Los artistas participan de estas imágenes, bien apropiándose de ellas y descontextualizándolas o creándolas de cero; presentándolas como el resultado formal de una acción.

De una u otra forma, a través de estas formas artísticas, se pretende estimular e implicar al público en este nuevo tipo de percepción.



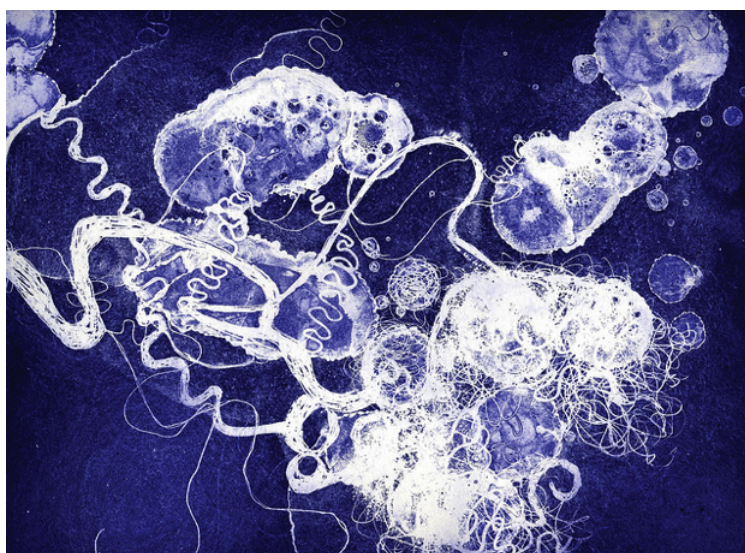
**Figura 83.** Embrión y esperma humano (2009) Alexander Scheck.

Imagen microscópica que muestra esperma humano así como un embrión, se trata de una estética peculiar y característica del entorno del médico y que en este caso no se presenta como obra artística.

Recuperado de <https://www.fayerwayer.com/2009/03/sin-palabras-imagenes-microscopicas-del-interior-del-cuerpo-humano/>

Existe una cierta controversia respecto a este tipo de imágenes microscópicas. Pese a que se sirven de las características básicas de la fotografía convencional: luz, encuadre, composición, color, forma o forma, ¿hasta qué punto pueden considerarse como arte? y en sentido contrario, ¿son estas manifestaciones artísticas simples ilustraciones científicas?. A simple vista no podríamos averiguar si se trata una disciplina u otra, es a través del concepto y en algunos casos el contexto, lo que conforma una simple imagen de información fisiológica o un planteamiento artístico. De una manera u otra, las imágenes biológicas generadas a través de una “súper tecnología”, suponen un rico atractivo para los artistas, ya que entraña controversias morales, filosóficas, sociales y económicas; con lo cual, es una consecuencia lógica que nos encontremos en exposiciones de intervención tecnológica. Se trata de una apropiación de bio-señales por parte de artistas, cuyo resultado ayuda a introducir los nuevos avances científicos y tecnológicos en la sociedad. Este tipo de creadores, nos ayudan a conocer las maneras más radicales de nuestras funciones físicas, frente a las concepciones clásicas corporales presentes hasta hace poco. Sus trabajos insinúan los profundos desafíos que plantean las investigaciones científicas. Pero se puede

tomar el concepto espacio-tiempo como concepto y lugar común a la tríada arte-ciencia-tecnología. Este espacio-tiempo se refiere más a un sentido filosófico estético, un espacio conceptual en cuanto a experimentación y reflexión. La realidad virtual es fruto de esta reflexión, así como el ciberespacio (cuyo origen nos remite a Internet por teorías científicas de redes y tiempo). En esta relación cabe destacar también la formulación de espacio como información (integración de la informática y las telecomunicaciones). Pero en última instancia, todas estas traducciones figurativas de la ciencia, desembocan en la poética de lo tecnológico.



**Figura 84.** Paisaje cerebral (2006), Susan Aldworth.

Esta artista se sirve de imágenes de escáner como esta para conformar una suerte de *estética de la conciencia*. Esta obra muestra la apropiación de la estética médica para fines artísticos.

Recuperado de <https://terminologyitis.wordpress.com/>

La razón por la cual se considera inédito aquello que es producido de forma independiente por un instrumento, radica en que éste realiza procedimientos autónomos por medio de replicamientos de los procesos humanos y en que la novedad sería una cualidad que sólo se podría encontrar cuando se dispone de nuevos instrumentos o cuando los procedimientos para formular problemas (aproximar soluciones) son distintos a los habituales (Hernández, I. et al. 2005, p. 23)



Los dispositivos tecnocientíficos aceleran la evolución biológica, y así, estas piezas artísticas no sólo describen, sino que intervienen; creando nuevas realidades a partir de nuevos instrumentos. Y aunque “nacen” de lo humano, acaban teniendo una completa independencia respecto a éste, aunque sí dialoga con nosotros y nuestro entorno.

La incursión de estos artefactos, suponen la creación de nuevas realidades, híbridos de lo biológico y lo artificial, pero también híbridos de la creatividad humana y la creatividad sintética. La urgencia del arte contemporáneo no es pues ¿la creación de lo inédito?



**Figura 85.** *Equilibrium* (2008) Guto Nóbrega  
Recuperado de <http://highlike.org/gut-o-nobrega-equilibrium-1/>

Sistema en el que una planta y un mecanismo artificial comparten una relación mutua. Una pequeña planta se encuentra en el otro lado de la balanza, de modo que cuando la balanza gira en sus ejes, la planta se sitúa hacia la luz. A su vez, junto con la planta, dos células solares absorben la luz y alimentan el sistema artificial.

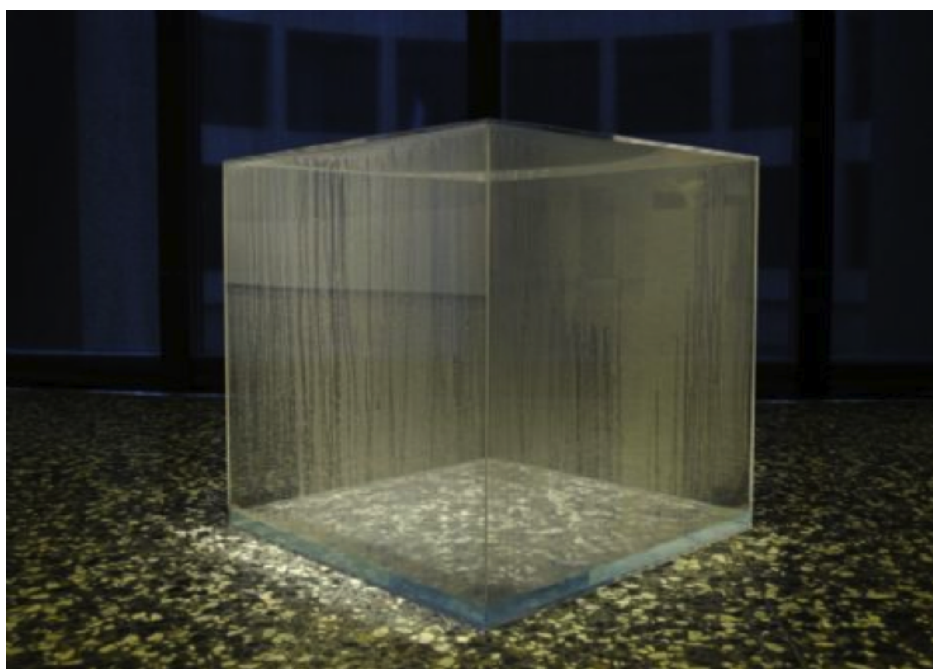
Este tipo de obras pueden ser consideradas como meras descripciones de la actualidad científica o como ejemplos de una vida que podría ser. Se trata de un arte que “va sobre la marcha”, se autodefine a medida que los avances se producen. Está en continuo proceso,

viendo cada obra como un pequeño experimento para alcanzar el resultado final. “Cuando un problema se puede en verdad plantear es porque ya casi se ha obtenido la respuesta.”

(Hernández, I. et al. 2005, p. 25)

Este tipo de elementos artificiales interactúan entre sí, creando un universo artificial, que da paso a nuevas realidades imaginadas, las cuales, se vuelven tangibles. Por eso, estas obras de arte, pese a que nacieron de lo humano, van más allá de este.

En *Equilibrium*, como ocurre en muchas otras obras de este estilo, aparecen como elementos simples. A modo sofisticación casera, que no va más allá de una pequeña planta, unos palos y un cableado. Aparecen como la estética de un experimento naíf. Sin embargo, tanto el mensaje, como su propia naturaleza, encierran una gran complejidad. La intervención y manipulación de la evolución biológica. Y en última instancia, estas piezas proyectan en la sociedad el binomio natural+artificial.



**Figura 86.** *Cubo de condensación* (1963-2008), Hans Haacke.

La obra está formada por un cubo de metacrilato y agua que debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del cubo, el agua se condensa formando vapor gotas que se desplazan por el interior del recipiente y adoptan formas diferentes. Basada en la teoría general de los sistemas, se trata de un sistema abierto, que interactúa con el entorno y en el que existe la aleatoriedad e impredecibilidad presentes en el mundo biológico y computacional.

Recuperado de <http://www.theartblog.org/2010/03/bauhaus-studies/>

El signo y el símbolo, son entidades comunes a los dos campos tratados. La ciencia se nutre de ellos como forma simplificadora que nos remite a una idea, que generalmente, pueden formar parte de los símbolos. El signo dota un sentido a la comunicación. Pero sea en arte, ciencia, religión o demás, el símbolo aparece como la forma para exteriorizar un pensamiento.

Machado (2005) sugiere que el arte computacional funciona a modo de símbolos, en relación con la tecnología y la ciencia, a que al simular un fenómeno, no sólo nos limitamos a copiar su apariencia, sino que atribuimos un signo, las capacidades y propiedades del elemento real.

### **3.8.8. La reformulación del concepto espectador en el arte de I.A. De la contemplación a la participación.**

“Es el espectador el que establece el contacto de la obra con el mundo exterior, descifrando e interpretando sus calificaciones profundas y, de esta manera, adiciona su propia contribución al proceso creativo.” (Duchamp, M. 2007, p.176)

La principal característica del arte cibernético, es la posibilidad de interactividad que se produce entre la pieza artística y el espectador. Esta acción es predominantemente de tipo físico: el visitante tendrá que caminar, moverse, emitir sonidos... en resumen, realizar alguna acción preestablecida para que se lleve a cabo la obra de arte. Al contrario que en el arte conceptual o minimal en el que la interacción entre persona-objeto artístico es generalmente de tipo intelectual.

Ilusión

(Del lat. *illusio*, -ōnis).

1. f. Concepto, imagen o representación sin verdadera realidad, sugeridos por la imaginación o causados por engaño de los sentidos.

2. f. Esperanza cuyo cumplimiento parece especialmente atractivo.
3. f. Viva complacencia en una persona, una cosa, una tarea, etc.
4. f. Ret. Ironía viva y picante.exacta.

El arte basado en sistemas inteligentes es el arte de la ilusión. Se juega con la ilusión de la tecnología, ya que muchas veces la interacción no implica una concordancia exacta. No obstante, los espectadores consideran que lo que ven es la imagen de sus acciones.

Lo mismo ocurre con los llamados chatbots (sistemas computacionales con los que mantener una conversación). Nos remiten a la ilusión de la persona que mantiene una conversación con la máquina.

Todos estos sistemas inteligentes, tienen como denominador común la finalidad de crear arte por sí mismos. Así surge la idea del artista artificial, artificial porque aunque personaliza la acción, no es el artífice de la idea. Así pues el arte en el que intervienen máquinas operantes de la propia obra, se sigue ciñendo a lo que Nietzsche predicaba: *es arte todo aquello que sea producido por el hombre*. (Nietzsche, F.2007).

Un sistema automatizado que cree arte, a diferencia del artista, se basará en patrones y combinatorias preestablecidas, sin tomar en cuenta que la verdadera funcionalidad no corresponde a un aumento de automatismo, sino a un determinado margen de indeterminación que permita a la máquina ser sensible a la información exterior. Sin embargo, J. Beaudrillard (1969) sostiene que el hombre proyecta su conciencia sobre los objetos automatizados, así como su propia individualidad.

La vertiente antropocentrista tiene mucho que ver con la I.A. y su capacidad o no de crear, ya que esta posibilidad de la máquina inteligente que crea, redime al ser humano como único ser que tiene esta capacidad.

Llegados a este punto, surge otra duda: ¿qué es ser vivo? y ¿qué no lo es?. Aunque a

primera vista resulte obvio que un virus informático no puede ser un ser vivo, estamos ante una consideración errónea, ya que ser vivo es todo aquello que está formado por átomos y moléculas, formando una estructura compleja y organizada, donde se producen sistemas de comunicación molecular. Estos se relacionan con el ambiente, intercambiando energía y sufriendo las acciones de nutrición, reproducción y relación.

Todo esto demuestra que el hombre y en una vertiente más abierta los animales, no son los únicos seres vivos capaces de crear. La I.A. por tanto está cambiando los significados que hasta ahora tenían los términos vivo e inerte. Esta evolución en la forma, genera cambios en las necesidades de sus contenedores.

El museo como tal, surgió en el siglo XIX como necesidad de educar y someter a una nueva masa urbana surgida de la revolución industrial.



**Figura 87.** Museo del siglo XIX.

Como se puede apreciar en la imagen, pese al paso del tiempo y la educación actual, muchos de los museos actuales conservan prácticamente el mismo aspecto que el de este museo del siglo XIX.

Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/areas-cultura/museos/los-museos-estatales/historia/el-siglo-xix.html>

A través de esta institución se lograba ayudar a “domar” a la población y evitar así, que se sublevaran y luchasen contra el orden establecido.



Existieron una serie de lugares, antecedentes del museo: los gabinetes de curiosidades y otros protomuseos, en los que no existían tantas prohibiciones respecto a tocar, delimitar y vigilar, el material expuesto. Esto se debía en gran medida, a que los visitantes eran personas de clase alta, con cierta preparación educativa y cultural; una minoría ante la cual, la exposición estaba a salvo. Fue con la “democratización del arte” cuando empezaron a protegerse y a cumplirse una serie de normas de uso y actuación en un museo, para salvaguardar los objetos de valor, ante un visitante poco preparado para enfrentarse a una exposición. Por tanto, en los primeros museos, como en muchos de ahora, no toleraban el tacto, sólo se podía mirar.



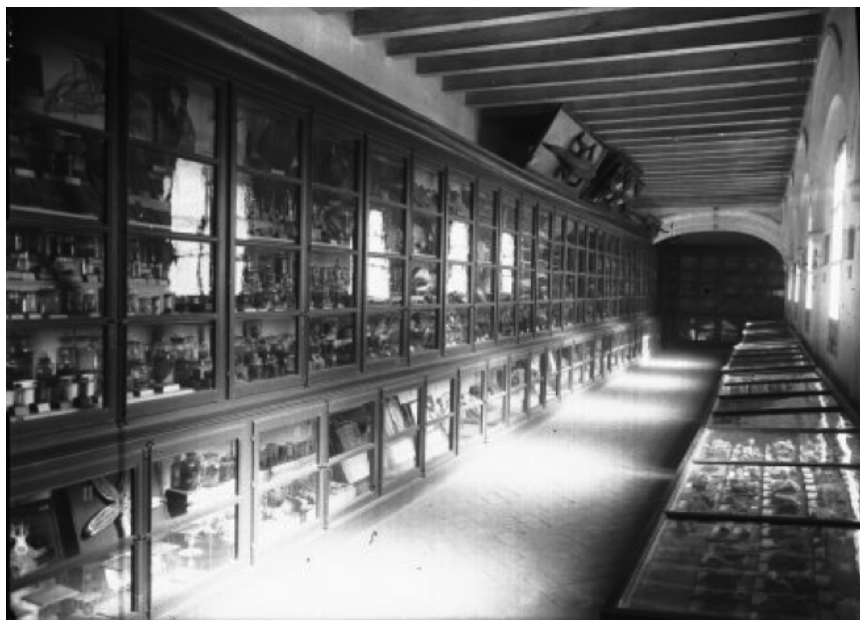
**Figura 88.** *El gabinete de curiosidades de Cornelis Van Der Geest* (1628), Willem Van Haecht.

Esta pintura muestra el tipo de salas en las que los coleccionistas de la época reunían sus colecciones pictóricas y las mostraban.

Recuperado de <http://sobrebelgica.com/2010/01/15/gabinete-de-curiosidades-exposicion-en-amberes/>

A raíz de esta premisa, se configura todo un sistema de vitrinas, marcos, peanas y cristales, estableciéndose así, una separación total de la obra de arte respecto de la vida real. Se pasó de las prácticas religiosas de besar los pies o manos de la estatua del santo, a

prohibir tocar cualquier escultura, aunque fuese levemente.



**Figura 89.** Gabinete de Historia Natural de Sevilla, s. XIX.

Esta suerte de museo fue creado por Antonio Machado, supuso una fuente de conocimiento para la actividad científica, en el que se mostraban minerales y aves disecadas de la zona.

Recuperado de <http://institucional.us.es/darwin09/index.php?exp=12>

Los museos de arte actuales y las exposiciones, también se enfrentan a las masas, pero la educación de las mismas ha cambiado, o más bien, se puede decir que simplemente existe una formación. Con una enseñanza básica obligatoria, que en muchos casos se prolonga hasta la universidad. También existe toda una cultura del turismo, migraciones y cultura de los medios de comunicación. Sin embargo, pese a que se ha producido una transformación en el contenido, la forma apenas ha cambiado. Es en las exposiciones artísticas, con temática de I.A. donde empiezan a eliminarse las barreras arquitectónicas, para dar paso a un paseo mucho más libre, en el que el visitante puede tocar y debe interactuar con la pieza. Pese a este gran paso en la manera de concebir un acto expositivo, merece la pena destacar que este cambio no viene dado por la transformación de las masas mencionada anteriormente, sino por una transformación de la corriente artística.

Además del arte, existen una serie de disciplinas que siguen anquilosadas en la nula participación táctil, y por lo tanto en la permanencia del concepto de espectador.

Mientras que el cine clásico e incluso la televisión siguen enfatizando formas distantes y físicamente pasivas de presencia del espectador, las consolas de videojuegos, los teléfonos móviles, los ordenadores portátiles, los iPod, los iPhone y otros prácticos dispositivos electrónicos han familiarizado a millones de personas con la “dimensión táctil”. A medida que la frontera entre lo público y lo privado se desdibuja, también lo hacen las distinciones entre los modos de comportamiento. Cada vez es más difícil decidir cuándo está permitido tocar y cuándo está prohibido (Algora, M. De Vicente, J., 2008, p. 29)

Así, De Certau (1999), nos llama a reconsiderar el papel asignado al consumidor común, sin caer en la reiterada concepción de la cultura popular con todos sus déficit y pasividades.

Erkki Huhtamo (2008) se aventura a decir que el museo de arte sencillamente ya no puede hacerse cargo de la situación sin colgar instrucciones, advertencias y disculpas en las paredes. Es obvio que aunque las medidas de seguridad pueden parecer en muchos casos exageradas, hay mucho en juego. Obras de arte de incalculable valor, u otras, cuyas reparaciones serían costosísimas, pero, “¿es normal que los avisos se acumulen hasta el punto de empezar a competir en cuota de atención con la propia obra de arte?” (Algora, M. De Vicente, J., 2008, p. 30)

Pese a este sinfín de carteles que nos remiten al no, existe también todo un compendio de cartelería encargada de despiezarnos el significado de la obra en unas cuantas líneas. Esta vivisección teórica, suplanta el goce estético (o táctil) por el goce teórico. Existe un metalenguaje de los avisos, escritos por los comisarios que se acaban convirtiendo en “creadores secundarios”.

*Tocar o no tocar, esa es la cuestión* que atañe al arte contemporáneo. Un movimiento cuyo encanto reside en la incertidumbre. Bebe del arte académico del siglo XIX, caracterizado por ser intocable. El goce estético se producía siempre desde la distancia, sin



tocar. Sin embargo, el arte de vanguardia de principios del siglo XX sirvió de etapa de transición hacia el arte actual. Obras de Man Ray y Duchamp, que mediante la descontextualización de objetos cotidianos, superaban la barrera entre el arte y la vida; y la superación de este muro pasaba por invitar a tocar. Esta relación física entre el visitante y la obra, llegaba en algunos casos al artista-*performer*.



**Figura 90.** Performance de la serie *Antropometrías* (1960), Yves Klein. La acción de Klein da un nuevo protagonismo a la tradicional figura de la modelo que pasa a tratarla como materia pictórica, desde una posición pasiva pasa a ser la artífice de la experiencia artística. Recuperado de <http://hacedordetrampas.blogspot.com.es/2012/01/yves-klein-antropometrias.html>

En las exposiciones contemporáneas, empieza a normalizarse el hecho de que se incite a los visitantes a adoptar una actitud eminentemente física y por supuesto, activa. No se pide del visitante un esfuerzo intelectual para comprender la obra, tan sólo moverse e interactuar. Como ejemplo tenemos la obra de Norma Jeane, que realizó para la Bienal de Venecia 2011.

Se trata de una habitación en la Bienal de Venecia, en la que la artista norteamericana emplazó un gran rectángulo de plastilina negra, roja y blanca. Este montón podía y debía ser tocado. La plastilina podía ser colocada por los visitantes, en las paredes o el suelo de la sala, pudiendo incluso, llevarse un trozo de plastilina siempre y cuando no lo depositasen en

otras áreas de la Bienal.



**Figura 91.** #Jan25 (2011), Norma Jeane.

Carteles informativos a la entrada de la sala que indicaban cómo interactuar con la obra, así como las normas de uso.

Elaboración propia.

En la imagen abajo mostrada, se puede apreciar el juego de cartelería, que muestra al visitante lo que puede hacer y no con la obra, porque dentro de la interactividad que permite la misma, el artista ha puesto una serie de límites.



**Figura 92.** #Jan25 (2011), Norma Jeane.

Pese al sorprendente resultado plástico, el verdadero éxito de la obra hubiese residido en poder comunicar la naturaleza táctil de su trabajo sin poner instrucciones. Elaboración propia.

Se ha reconocido el estatus de arte digital y los nuevos medios como género de arte contemporáneo, pero este reconocimiento aún no está consolidado. El tipo de obras que invitan al visitante a establecer un vínculo físico, de relación táctil, aún son escasas en número, dentro de la corriente artística dominante. De hecho, muchos entienden por “arte táctil” reproducciones de famosas esculturas y cuadros, hechos para personas invidentes o con problemas de visión, en el que el sentido de la vista es sustituido por el del tacto. Las artes visuales, como su propio nombre indica, siguen siendo consideradas eminentemente visuales, y en cuanto se intenta introducir otro sentido, automáticamente no lo sumamos, sino que lo intercambiamos por otro: sumamos uno para restar otro. Pero el estatus no consolidado del que se habla, hace referencia a una problemática variada por parte de los museos y su entorno. Existe un prejuicio permanente en relación a la introducción de alta tecnología en el campo artístico, como pasó en su momento con la fotografía: un nuevo medio, tecnológico y desconocido, que en un principio no era considerado como objeto artístico.

La serigrafía es otro de los campos que no fue aceptado, su propia naturaleza de reproductividad nadaba a contracorriente respecto al concepto de “original” en el mundo del arte. Por eso, el estado en el que se encuentra el arte digital, es un nuevo caso que responde a la problemática de asimilación de nuevas tecnologías, en el mundo del arte en particular, pero de una forma más genérica y amplia, en la sociedad en general.

Otro de los problemas del arte interactivo es el coste económico del mantenimiento de las obras, así como de producción, que muchas veces no quieren o no pueden, ser asumidas financieramente. A parte de los problemas económicos y, podría decirse “ideológicos”, existe también un problema práctico. La inclusión de piezas artísticas táctiles en exposiciones donde también se exponen obras no interactivas ni táctiles, puede derivar en una serie de problemas y de trabajo por parte de los comisarios y personal de vigilancia.

Según Erkki Huhtamo, este tipo de preocupaciones suele ser fútil; la obra funciona sin “averiarse” y el público sabe cómo comportarse. Lo que incomoda a las instituciones es el factor “qué pasaría si...”. Una vez más, aparece el concepto de incertidumbre en el arte de medios tecnológicos. Este concepto es inherente a la propia condición del medio, arte que interactúa, incita a que el visitante pregunte y la obra responda. No hay que olvidar que el principal cometido de la I.A. es incluir el factor sorpresa en la relación con el interlocutor, y huir así de comportamientos preprogramados.

El acto de interactuar, no implica necesariamente “tocar”. La interacción suele producirse sin contacto físico alguno, a través de sensores de movimiento, infrarrojos, cámaras de vídeo, etc. Generalmente existen elementos intermediarios como pantallas táctiles o ratones, de ahí que incluso las obras que realmente se tocan, no se consideran táctiles. “Lo importante no es tocar en sí, sino el resultado. Sin embargo, la experiencia táctil de “sentir” la interfaz puede formar parte del significado de la obra” (Algora, M. De Vicente, J., 2008, p. 33). El hecho de “sentir” de una forma literal, produce un sentimiento contradictorio. El arte de sistemas inteligentes, está tan lejos (a nivel de conocimiento), y al mismo tiempo tan cerca (gracias a la experiencia física).

En la obra *Interactive Plant Growing* (1993) de Christa Sommerer y Laurent Mignonneau, el visitante acaricia plantas vivas reales. Los datos producidos por esta actividad de contacto, son los que producen el crecimiento digital, en la pantalla que se aprecia en la imagen. Se trata de un jardín virtual en continua evolución.

La interacción de la naturaleza y la cultura, de lo biológico y lo digital, forma parte de la esencia de la obra y se materializa en las yemas de los dedos de los usuarios. Pero no siempre se produce un contacto necesariamente táctil, existe también la posibilidad del tacto a través de la distancia; es el llamado arte telemático.





**Figura 93.** *Interactive Plant Growing* (1993), Sommerer y Mignonneau.  
La activación de las plantas produce la generación de imágenes.  
Recuperado de <http://eyebeam.org/projects/interactive-plant-growing>

*Telematic Dreaming* (1992) de Paul Sermon, es una de as numerosas obras que plantean preguntas acerca de la definición del tacto y sus diversas posibilidades y de la experiencia sensorial en general.



**Figura 94.** *Telematic Dreaming* (1992), Paul Sermon.  
Recuperado de <https://www.pinterest.com/pin/5629568254270427/>

Se trata de una instalación compuesta por dos interfaces, situados en lugares diferentes, que funcionan a modo de videoconferencia. En cada uno de estos dos lugares, se encuentra una cama doble, una a oscuras y otra iluminada. Encima de la cama iluminada, se ha colocado una cámara que graba a la persona sobre el lecho. Esta imagen de video en directo, es enviada al proyector situado encima de la cama, en el otro espacio, y a oscuras. La imagen es proyectada sobre la litera, como se puede apreciar en la imagen.

Una segunda cámara, junto al proyector de vídeo, envía una imagen en directo de la proyección de la persona "A" con la persona "B" de nuevo a una serie de monitores que rodean la cama y de la persona "A" en el lugar iluminado.

Sermon ofrece con esta obra, la sugerencia de tacto a través de la contemplación.

La pregunta básica que plantea el arte telemático es: ¿qué diferencia hay entre tocar físicamente y tocar a distancia?, dicho de otro modo,

¿Pueden los impulsos visuales o sonoros representar el sentido del tacto y viceversa?.

Pioneros del arte multimedia como Marshall McLuhan (para él la pista fue el “tacto” de la electricidad) defienden que la comunicación telemática puede transmitir y representar sensaciones táctiles (Algora, M. De Vicente, J., 2008, p. 34)

En el mundo del arte, el de tipo telemático tiene un sitio reducido y hasta marginal. Sigue predominando el arte reservado a las obras que se observan desde la distancia.

Erkki Huhtamo plantea si mantener la integridad de la noción de arte como algo independiente del diseño y la cultura popular sigue teniendo sentido. Los nuevos medios técnicos aplicados al arte, replantean su propia condición de lugar.

En una gran parte de obras artísticas comandadas bajo programaciones de comportamiento inteligente, el espectador presencia una serie de cambios físicos, estéticos e incluso discursivos ante el objeto observado. El proceso de la obra ya no se limita a la intimidad del taller, mientras el artista le da forma, sino que el visitante es testigo de cómo la obra muta delante de él. La experiencia artística se enriquece al aportar este plus. Se rompe la linealidad, y se introduce un cierto movimiento en la imagen sin que por esto se tenga que tratar necesariamente de un video. A diferencia de éstos últimos, el movimiento ya no tiene

que ver exclusivamente con la narratividad.

La complejidad que muchas veces presentan este tipo de arte, nos remite al clásico esquema emisor, mensaje, receptor. “La existencia de múltiples realidades, incluso de realidades virtuales, nos indica que el acceso al mundo se produce mediante los aparatos: la interfaz. El sujeto se transforma en receptor y en operador de información.” (Giannetti, C. 2007)

### 3.9. FUNCIONAMIENTO DE LOS MEMES. DE LA SOCIEDAD ESTÁTICA A LA DINÁMICA

Apenas 60 años después de que se inventara el aeroplano, el hombre llegó a la luna. Fue en 1903 cuando los hermanos Wright realizaron el primer vuelo controlado, impulsado por un motor. Esos 12 segundos de vuelo, se convirtieron en la llegada del Apolo 11 a la luna, en 1969. *Lo imposible que se vuelve posible*, es una máxima constante a lo largo de la historia de la tecnología. Así, ideas que nos parecen imposibles ahora y siempre, suelen terminar en hechos.



**Figura 95.** Imagen del primer vuelo motorizado (1903), hermanos Wright, EE.UU.  
Recuperado de <http://discoveryfanedition.discoverymax.marca.com/invitados/ver/hermanos-wright>



**Figura 96.** Llegada del hombre a la luna (1969)  
Recuperado de <http://www.tecnologiahechapalabra.com/dato>

La velocidad temporal y de desarrollo tecnológico entre estos dos acontecimientos, es pasmosa. Estas innovaciones tienden a transformar los sistemas de cultura, produciéndose con frecuencia, consecuencias sociales inesperadas. Pero esta vorágine de creatividad y desarrollo tecnológico, se produce gracias al abandono de una sociedad estática, y entrando en una sociedad dinámica. Así, Deutsch (2011) ( primero en formular un algoritmo cuántico, convirtiéndose en pionero de la computación cuántica), define el concepto de sociedad estática como aquellas que cambian de manera imperceptible para quienes viven en ellas.

El físico israelí considera que sólo la época del Occidente post-ilustración, ha sido la única sociedad de la historia que ha llevado a cabo cambios lo suficientemente rápidos como para que los ciudadanos se hayan percatado de los mismos. Encontrándonos según él, en una etapa de transición o de temprano dinamismo.

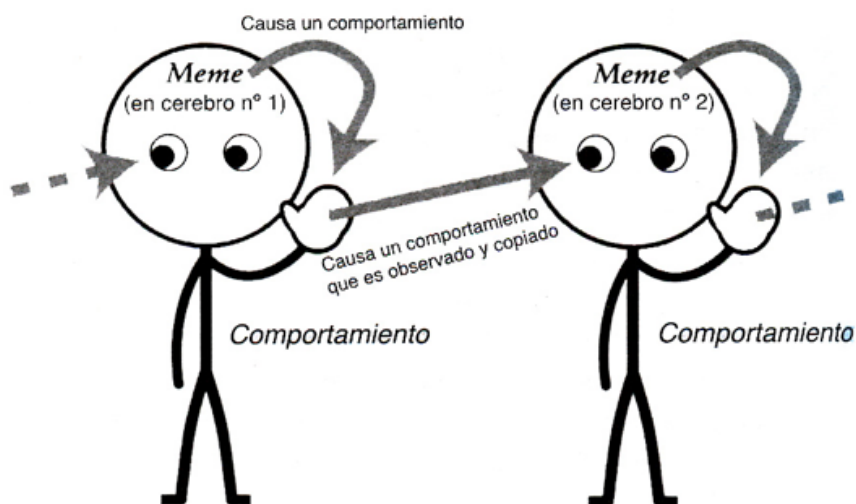
Lo estático hace referencia a individuos educados en la privación de desarrollo creativo y capacidad crítica, que permitan las mínimas transformaciones y evoluciones en los memes (unidad teórica de información cultural transmisible de un individuo a otro, o de una mente a otra, o de una generación a la siguiente). Se establece pues, un paralelismo entre la evolución cultural y la propiamente biológica, estableciendo parámetros similares de desarrollo.

Una proporción considerable de toda la evolución de nuestro planeta hasta la fecha ha tenido lugar en los cerebros humanos. Y apenas ha comenzado. La totalidad de la evolución biológica no fue sino el prólogo de la historia principal de la evolución, la evolución de los memes (Deutsch, D. 2011, p. 424)

La sociedad dinámica, en la que se enmarca la proliferación de lo artificial, se caracteriza por sobrevivir a continuos problemas y a la impredecibilidad. Este entorno provoca constantes transformaciones en las necesidades y modo de actuar de los individuos, funcionando a modo de mecanismos de adaptación. Al contrario que en las sociedades



estáticas, en las que los memes permanecían casi inalterados, en este nuevo tipo de sociedad los memes están en continuo proceso de cambio.



**Figura 97.** Ejemplo gráfico de cómo se transmite un meme.  
Deutsch, D. (2011). *El comienzo del infinito: explicaciones que transforman el mundo*. Barcelona, España: Biblioteca Buridán.

La base de esta realidad se encuentra en la capacidad y acción de elegir por parte de los individuos. Y todo este conocimiento nuevo que generamos lo hemos hecho (y lo seguimos haciendo) para innovar, para llevar una vida más fácil y, por último, para entender el universo.

La compleja evolución de los memes, y por tanto de la creatividad (que hace que transfiramos las ideas), es fruto de nuestra propia evolución fisiológica: cerebros que fueron creciendo en tamaño y capacidades, elaborando ideas más elaboradas y profundas; memorias cada vez más potentes, como grandes contenedores de un número de memes en aumento. Al igual que ocurre en la computación, un *hardware* más potente y mejorado cada día, sustenta ejercicios de *software* de gran complejidad.

El término fue acuñado por el biólogo Richard Dawkins, en 1976, en su libro *El gen egoísta*. Se trata de ideas contenidas en el cerebro de cada individuo, pero que se propagan a más cerebros y de generación en generación, provocando cambios en el comportamiento.

Sin embargo, Dawkins (2002) argumenta que, al igual que ocurre con los genes, sólo las verdades profundas sobreviven en el tiempo. Las similitudes entre memes y genes confluyen en la condición de ambos en cuanto a que se trata de entidades replicadoras, ya que el gen, la molécula de ADN es la entidad replicadora que prevalece en nuestro propio planeta. Para Dawkins (2002) el concepto meme es un nuevo tipo de replicador ha surgido recientemente como una unidad de transmisión cultural, siendo este una unidad de imitación.

Se establece otro paralelismo entre los dos elementos (memes y ADN) en cuanto a su modo de propagarse. De la misma manera que ocurre con los genes se propagan en un acervo génico al saltar de un cuerpo a otro mediante los espermatozoides o los óvulos, así los memes se propagan en el acervo de memes al saltar de un cerebro a otro mediante una actividad que puede considerarse como de imitación, propagándose rápidamente apenas sin esfuerzo y replicándose de manera continuada. Por lo tanto podemos considerar a los memes como una traducción cultural del ADN.

Si los memes son parte esencial de la cultura humana, ¿de qué manera aparecen en I.A.? Los virus informáticos pueden ser un ejemplo. Si tomamos como base el concepto de singularidad, las computadoras serán más veloces y con mayor capacidad que nuestras mentes (esto no implica una superioridad absoluta), y también existirá una mayor velocidad de propagación y creación de los memes. Por tanto, habrá un cambio en los ritmos de imitación.

La creatividad es otro de los componentes del mundo biológico necesarios en los procesos de memes en sistemas artificiales para que se produzca una cierta autonomía en el pensamiento, priorizar ideas y desechar las que no sean importantes. Es habitual que las computadoras partan de un gran número de posibilidades que, según ciertos parámetros, combinarán de una manera concreta y fiable para alcanzar la opción más óptima en la resolución de un problema.

la predisposición al cambio y a la apertura de la mente hacia nuevas realidades, gracias a lo cual filtramos miles de memes que no sobreviven al paso del tiempo y que ayudan a mantener un número aceptable. Encontramos aquí un paralelismo con la llamada selección natural; sin olvidar que, aunque semejantes en mecanismos y concepto, difieren por su propia condición.

Aunque la evolución biológica y la cultural se describen con la misma teoría subyacente, los mecanismos de transmisión, variación y selección son muy diferentes. Esto hace que las “historias naturales” resultantes también difieran. No hay un equivalente cultural cercano de lo que es una especie, un organismo, una célula o de la reproducción sexual o asexual (Deutsch, D. 2011, p. 415)

Pero una vez más, la creatividad es la columna vertebral del discurso en una sociedad de desarrollo computacional.

En una sociedad dinámica, las innovaciones científicas y tecnológicas se llevan normalmente a cabo de un modo creativo. Es decir, emergen de unas mentes individuales como ideas originales que han adquirido adaptaciones importantes dentro de estas mentes. Naturalmente, en ambos casos, las ideas se basan en otras ideas previas mediante un proceso de variación y selección que constituye la evolución (Deutsch, D. 2011, p. 440)

El progreso cultural, al igual que la evolución biológica, es considerado por muchos (entre ellos Susan Blackmore) como algo que simplemente aumenta en complejidad sin seguir el camino hacia un devenir que se pueda considerar objetivamente mejor o superior.

### **3.9.1. La complejidad que vivimos**

La complejidad que aparece con la proliferación de ciencia y tecnología (en esa

postilustración de finales del siglo XIX) evidencia grandes brechas entre las consideraciones científicas y las que apelan a un cierto subjetivismo (arte, literatura, filosofía, etc.). Esto es, las líneas generales que engloban teorías científicas olvidan la individualidad y los múltiples puntos de vista de un solo elemento, considerando cada principio como una suerte de verdad única y universal. Contemporáneo a esto, encontramos en la literatura ejemplos de personajes complejos, que muestran comportamientos diversos en un mismo ser, característicos de nuestra personalidad compleja y cambiante. Muchas de estas novelas se centraban en la historia de un individuo, personificando la fascinación, elevando la individualidad como máxima de interés y ejemplo de complejidad del ser humano. Todo lo que se le escapaba a la ciencia o despreciaba, era recogido por escritores que nos recordaban la importancia y la presencia de la tonalidad y la diversidad.

La ciencia expulsaba incluso al tiempo de su visión del mundo, la novela, por el contrario (Balzac en Francia, Dickens en Inglaterra) nos mostraba seres singulares en sus contextos y en su tiempo. Mostraba que la vida cotidiana es, de hecho, una vida en la que cada uno juega varios roles sociales, de acuerdo a quien sea en soledad, en su trabajo, con amigos o con desconocidos (Morin, E. 2007, p.59)

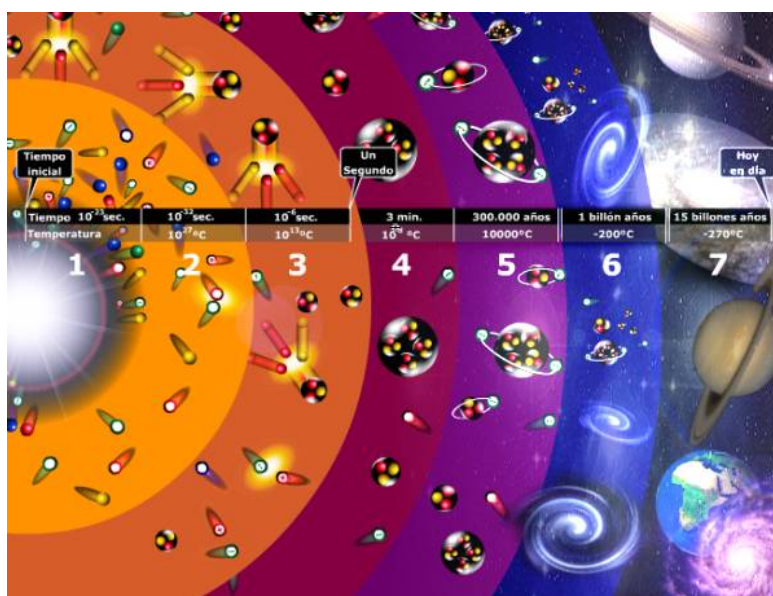
La complejidad va unida al concepto de simplicidad. La voluntad de simplificación tiende a encontrar una única condición como verdadera, unificando la diversidad u obviando el resto de las opciones. Así, Edgar Morin (2007) pone el ejemplo de nuestra propia condición: somos un ser cultural, biológico y meta-biológico. La simplicidad tiende a separar las diferentes realidades que nos componen (cultural y biológica), reduciendo nuestra condición más compleja a la más sencilla. Por eso se explica la parte fisiológica y cerebral mediante la biología, dejando la conciencia, el espíritu o el alma a la psicología. Aunque cada una de las partes conforma un todo, y una no puede darse sin la otra, esta división tan radical hace que se esté hablando de lo mismo pero con enfoques y teorías totalmente diferentes y, en muchas

ocasionas, contradictorias.

La obsesión por la simplificación (llevada a cabo mayormente por los científicos) está en una continua reformulación y, de seguir así, se ve como infinita. La necesidad de descubrir el elemento base de nuestro universo llevó a considerar las moléculas como la causa de todo. Más tarde se descubrió que existían unidades más pequeñas que estas, pasando por el átomo y llegando a las partículas subatómicas. Seguramente, en un futuro esta información quedará desfasada y será otro componente el que se considere como elemento fundador del universo.

Morin (2007) continúa diciendo que en todo este sistema de hiperclasificación aparece el desorden y el caos como parte del entramado, exponiendo el segundo principio de la Termodinámica como ejemplo. El primero trata sobre la conservación de la energía, pero a este le sigue el principio de degradación de la misma, evidenciada a través del calor. “Luego nos hemos dado cuenta, con Boltzman, que eso que llamamos calor es, en realidad, la agitación en desorden de moléculas y de átomos (...). El desorden está, entonces, en el universo físico” (Morin, E. 2007, p. 106)

La muestra más clara de desorden innato a nuestra condición es la *Teoría del Big Bang*.



**Figura 98.** Diagrama del *Big Bang* explicando, en secuencias de tiempo y temperatura, la formación del universo.

Recuperado de <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15200441/Como-funciona-el-Universo-el-Big-Bang.html>

Así, venimos de una explosión que empezó como caótica, pero a partir de ella el universo comenzó a ordenarse y articularse. Por eso podemos entender el fluir de la materia como un constante bucle de “hacer” y “deshacer”.

El hecho de asumir la creación mediante la destrucción implica una cierta complejidad (de considerar inseparables presupuestos antagónicos) que surge como resultado de un cierto “acorralamiento” cuando ya no se pueden refutar los hechos y tienen que ser tomados como verdaderos.

Si observamos todas estas teorías de la física nos damos cuenta de que lo que estudia esta disciplina es “lo que no se ve”; elementos que componen nuestro mundo, las cosas y a nosotros mismos, pero que no son visibles hablando en el sentido más literal de la palabra. Los tomamos como verdaderos porque estas ideas han sido demostradas y existen evidencias que las pueden corroborar. Hemos desarrollado un sinfín de aparatos tecnológicos para mostrar moléculas, átomos, partículas subatómicas y demás. Y al final podemos llegar a la conclusión de que, tanto la física como el arte, hablan de lo intangible, de interpretaciones de elementos reales, de definiciones que van más allá de la apariencia.



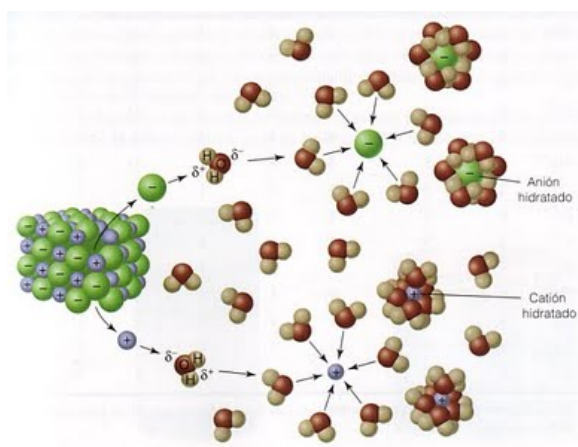
**Figura 99.** Fotografía de una botella de Coca-Cola.

Recuperado de <http://www.todocoleccion.net/botellas-antiguas/botella-coca-cola-1-litro-cristal~x31637144>

Por ejemplo, cuando leemos *botella de Coca-Cola* nos viene a la cabeza una imagen

similar a la mostrada.

Es lo que alcanzamos a ver, pero si le pedimos a un físico que nos defina una botella de Coca-Cola, lo que llevará a cabo es un estudio físico de la materia que la compone: sólido homogéneo que presenta un orden interno periódico de sus partículas reticulares, sean átomos, iones o moléculas. ¿Y un artista? Seguramente la interpretaría como un símbolo cultural, representándola con una apariencia estética que puede diferir en mayor o menor grado de la realidad.



**Figura 100.** Kimica industrial, Jennider Carolina, (2011)

Comportamiento de los cristales iónicos.

Recuperado de <http://jennifercarolina-kimicaindustrial.blogspot.com.es/2011/07/cristal-en-del-estado-solido-un-cristal.html>



**Figura 101.** Tres botellas de Coca-Cola (1962), Andy Warhol.

La representación de estas botellas es un ejemplo más de la democratización del arte que llevó a cabo Warhol.

Recuperado de <http://www.adbranch.com/tag/andy-warhol/>

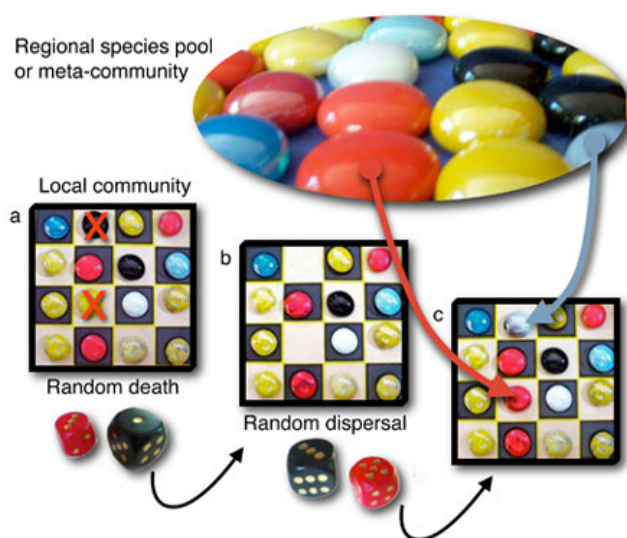
En los tres casos se trata del concepto de botella. Lo que cambia es la interpretación de cada disciplina. Aparentemente, la imagen que genera la explicación científica no se parece a la que puede generar un artista, pero en ambos casos se trata de extraer las diferentes verdades que encierra un elemento.

La complejidad que hemos visto en el mundo de la física también existe en el campo de la biología, siendo el azar uno de los focos de la complejidad. Kimura (1969) (biólogo



japonés que trabajó en el campo de la genética de poblaciones), a través de su *Teoría neutralista de la evolución molecular*, demostró la aleatoriedad de los genes en lo que a mutaciones se refiere. “La mayor parte de variaciones producen proteínas que no funcionan ni peor ni mejor que sus predecesoras, por lo que no comportan una mayor o menor adaptación al organismo” (Hernández, J. 2008. Entendiendo la evolución. Kimura y el neutralismo. Recuperado de <https://jmhernandez.wordpress.com/2008/07/18/entendiendo-la-evolucion-kimura-y-el-neutralismo/>)

El propio Kimura defiende el neutralismo como una explicación que no se contrapone al darwinismo, ya que, según el científico japonés, pueden darse ambas: la intervención del azar y la selección natural.



La imagen a) representa un terreno específico en el que se ven individuos que mueren de manera aleatoria. A continuación, el apartado b) muestra cómo queda ese terreno sin esos individuos. Por último, la parte c) ilustra cómo los elementos que faltan son sustituidos por otros nuevos de manera azarosa.

Este proceso, explicado desde el punto de vista darwinista, condenaría a los elementos muertos como los individuos más débiles, siendo estos sustituidos por aquellas especies que mejor se adaptan a su entorno y, por tanto, con más capacidades para la supervivencia.

**Figura 102.** Imagen ilustrativa del proceso de neutralismo de Kimura.

Recuperado de <http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/neutral-theory-of-species-diversity-13259703>

De esta manera, la variación de alelos en una población viene dada por el azar, pero también puede ocurrir por la presión de selección. Si un conjunto de alelos se comporta de igual forma con respecto al ambiente, entonces es el azar el que

interviene en las modificaciones de frecuencias alélicas y no la selección natural. Pero todo esto apela a la incertidumbre: al no lograr una certeza y, sobre todo, al no vivir en un orden absoluto surge la complejidad.

La creatividad es otro hecho que ha sido olvidado por la ciencia, a pesar de ser la base de la evolución.

La creatividad ha sido reconocida por Chomsky como un fenómeno antropológico de base. Hace falta agregar que la creatividad marca todas las evoluciones biológicas de manera aún más novedosa que a la evolución histórica, la cual está aún lejos de haber descubierto todas las invenciones de la vida, comenzando por la maravilla constituida por la célula (Morin, E. 2007, p. 37)

Hasta ahora, la concepción determinista de los seres vivos nos salvaguardaba de lo complejo, considerando los comportamientos como fruto de las organizaciones de los genes; más aún, reduciendo la definición de ser humano: “en la visión tradicional de la ciencia en la cual todo es determinista, no hay sujeto, no hay conciencia, no hay autonomía” (Morin, E. 2007). Esta premisa simplificaría el campo de la I.A., sobretodo en las características que se tratan a lo largo de esta tesis. La problemática de autoconciencia en la máquina no existiría bajo una visión determinista, así como tampoco la posibilidad de conciencia en agentes sintéticos, ni la autonomía, ni la creatividad (en su sentido más amplio y completo), y mucho menos, los sentimientos.

La autonomía es otro de los conceptos de los que habla Morin (2007) con respecto a la complejidad. Como se verá a lo largo de esta tesis, esta es una de las características más perseguidas en el campo de la computación, y de difícil implementación. Esta condición funciona en el ser humano gracias a dos componentes: el biológico (a través de los genes y de nuestro cerebro) y el cultural (incluyendo lenguaje y costumbres sociales).

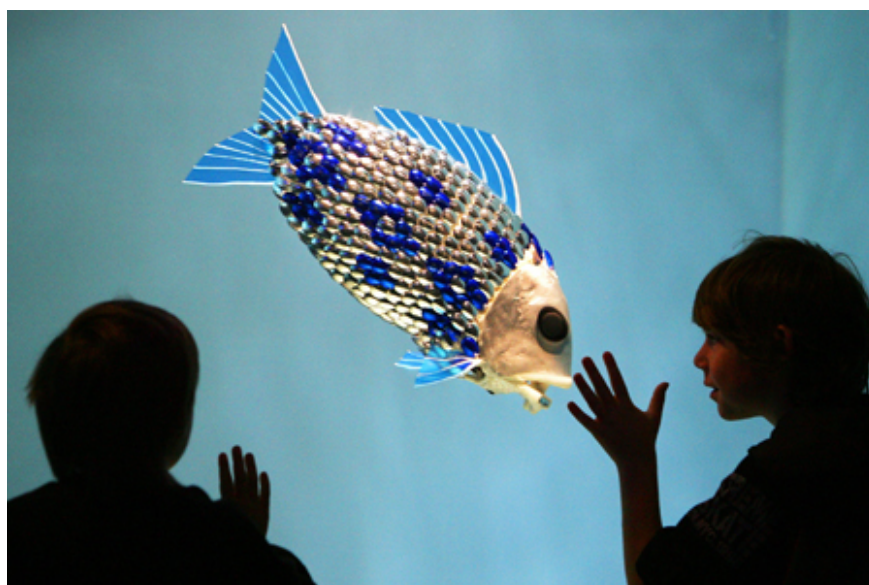
Pese a todas las complicaciones que entraña la esencia de nuestro universo, “el

paradigma de simplificación (disyunción y reducción) domina a nuestra cultura hoy, y es hoy que comienza la reacción contra su empresa. (...) Los principios del pensamiento complejo, serán necesariamente los principios de distinción, conjunción e implicación” (Morin, E. 2007). ¿Podemos ver en I.A. los principios de complejidad? Existe una distinción entre la naturaleza humana y un sistema que, aunque inteligente y semejante, continúa siendo diferente. Se trata de una conjunción de valores y condiciones humanas en una máquina, e implicación de las dos partes (humana y computacional), de tipo interacción en un primer nivel, y de implementación de la una sobre la otra, en un segundo nivel, llegando a la idea de singularidad tecnológica que se profetiza.

La estructuración de lo vivo (biológico) no puede ser entendida de la misma manera que se hace con la de los sistemas artificiales, pero ambos mundos encuentran un punto en común en la autoorganización, cuyo principal problema hasta el momento en las máquinas es que, a diferencia de los organismos vivos, este tipo de autogestión venía de manera externa. Es decir, que la máquina no poseía la capacidad de tratar con su propio sistema, sino que se le implantaba; se trataba de una gestión externa que se introducía en el objeto informático. Pero ahora podemos hablar de máquinas a las que se les ha implementado un concepto similar al del metabolismo de los seres vivos. En todo caso debemos considerar esta autonomía como relativa. La idea de ser individual se convierte en primordial, pero también es importante el poder establecer de forma simultánea relaciones con el ambiente, abandonando el concepto de sistema cerrado.

Uno de los grandes problemas en el mundo de la cibernética ha sido el aislamiento. La tendencia a implementar capacidades creativas y comportamientos de origen emocional, como en el caso de la vida biológica, permite que el agente artificial pueda interactuar consigo mismo, con el ambiente y con el ser humano, dejando atrás la condición de sistema cerrado y aventurándose en la posibilidad de ser autosuficiente.

El pez cibernético de la Universidad de Essex es un ejemplo de complejidad en el tejido cibernético, por la condición de “ser artificial” a imagen y semejanza de un ser natural, presentando la idea de autonomía, por su autoorganización y por su tipo de comportamiento, ciertamente complejo. Sin embargo, la complejidad en esta creación también viene dada por la relación singular entre el observador y el objeto. Debido a la gran capacidad mimética de la máquina, la persona que interactúa con él puede experimentar cierta confusión. La frontera conceptual entre biológico y computacional se vuelve cada vez más difusa. De hecho, tres peces robot han sido introducidos en el Acuario de Londres, como si se tratasen de otros animales acuáticos más, para comprobar si son capaces de adaptarse y convivir en un entorno marino normal.



**Figura 103.** *Pez Cibernético* (Universidad de Essex).

Recuperado de <http://www.fordivers.com/es/blog/2011/12/20/crear-peces-artificiales-para-salvar-peces-reales/>

Se trata del primer pez robótico y autónomo del mundo. Biológicamente inspirado en la Carpa común. Puede sortear objetos y nadar alrededor. Diseñado para realizar exploraciones en el fondo marino, detección de escapes en oleoductos, o como espías.

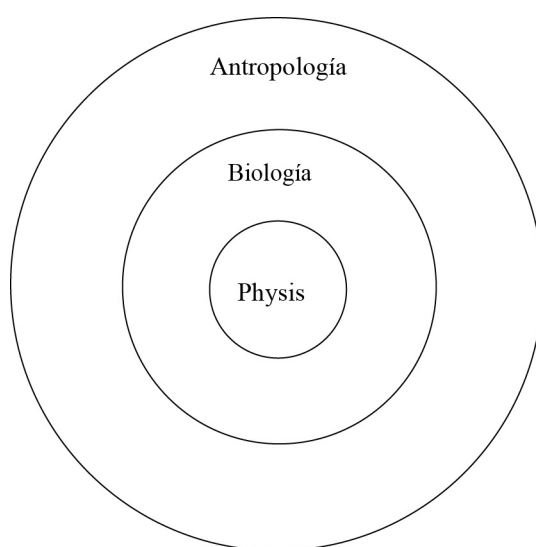
Su creador, el profesor Huoshenger (2005) comenta, “queremos que el pez tenga la capacidad de buscar su propia estación de carga, común pez natural busca alimento”. (Huosheng H. <<http://www.news.bbc.co.uk>>).

El director general del Acuario de Londres, Michael Michaels (2005), comenta: "It should be entertaining and fun for the visitors. Our main thing is obviously live fish, but the robotic side is really fascinating" (Ross, A., 2005. New breed of fish-bot unveiled. Recuperado de <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4313266.stm>) (Debería ser entretenido y divertido para los visitantes. Nuestro cometido principal son obviamente los peces vivos, pero el lado robótico es realmente fascinante)

Morin (2007) defiende la complejidad referida a la cibernética como "fenómeno cuantitativo, una cantidad extrema de interacciones e interferencias entre un número muy grande de unidades" (Morin, E. 2007). Esta definición se extiende a procesos en los que interviene el azar, incertidumbres o comportamientos aleatorios. Esta es una de las partes de inteligencia computacional que más resistencia ofrece. Hasta hace relativamente poco, la ciencia y la tecnología buscaban precisamente negar esa complejidad; eliminar el desorden y simplificar los sistemas, alejándose de la ambigüedad y de todo aquello que tuviese que ver con la imprecisión. Ahora, sin embargo, se ha asimilado la importancia de todos estos componentes inherentes a nuestra condición y universo. No es tarea fácil conseguir en robots comportamientos complejos, que no nos resulten predecibles.

Las relaciones y procesos de comunicación que se establecen entre las máquinas y el ser humano van un paso más allá de la complejidad, pudiendo atisbarse ya la *hipercomplejidad*. Pero esta interacción no siempre ha sido entendida de la misma manera. La ciencia empezó a considerar los objetos lo suficientemente importantes como para estudiarlos de manera aislada, sin establecer relaciones o comparaciones con los individuos. En contraposición a este rechazo del sujeto, las ciencias antropológicas, la sociología, las religiones y el humanismo observan al individuo como poblador central del ambiente y, por tanto, que domina los objetos. Así, el sujeto refleja el mundo a través de su conciencia, pero el mundo se ofrece también como reflejo del sujeto, produciéndose así una reciprocidad.

Nos hemos adentrado en la etapa de lo transdisciplinar, en la que se persigue la consideración de un todo complejo, abandonando paulatinamente una ciencia reduccionista y apostando por la correlación de conceptos; con afán integrador respecto a contradicciones y reconociendo la importancia de lo abstracto: creatividad, libertad, imaginación, azar, aleatoriedad, etc., que, hasta hace poco, eran cuestiones relegadas a la filosofía y procesadas a través de la sociología. Pero esta nueva tendencia ocurre también en el sentido inverso. Es decir, la antropología, las ciencias sociales o la filosofía se centraban en el estudio del individuo, olvidándose en ocasiones de su relación con el universo, siendo estas dos entidades indivisibles. “Física, Biología, Antropología, dejan de ser entidades cerradas, pero no pierden su identidad. La unidad de la ciencia respeta a la Física, a la Biología, a la Antropología, pero golpea al fisicismo, al biologismo, al antropologismo”. (Morin, E. 2007, p. 113)



**Figura 104.** Representación de la comunión de *physis*, biología y antropología. Morin, E. (2007). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Gedisa.

El desarrollo exponencial de la tecnología está propiciando la creación de robots altamente cualificados, con los que podemos mantener conversaciones y hasta mostrar una cierta empatía. Pero esta actividad es recíproca, es decir, son los robots los que también nos

entienden e incluso se anticipan a la lectura de nuestra expresión facial y emociones. La asimilación de este hecho se está desarrollando al ritmo que vamos produciendo este tipo de avances.

En el presente trabajo se ha comentado la curiosa trama de *Her* (Spike Jonze): un hombre que se enamora de un sistema operativo. Aunque la película nos proyecta a un futuro tecnológico más avanzado, comienzan a aparecer en nuestro entorno atisbos que nos remiten a la posibilidad de, por ejemplo, enamorarnos de un chat. “En algunos casos cuesta identificarlos en las ventanas de un chat y hasta provocan confusiones impensadas. El 20% de las personas que chatearon con Samán (creado para una marca de arroz en Uruguay)

llegaron a decirle: *Te amo*” (Varise, F. 2014. Los robots ya están aquí: ¿una nueva relación amorosa? Recuperado de <http://www.lanacion.com.ar/1676265-los-robots-ya-estan-aqui-una-nueva-relacion-amorosa>)

Hasta ahora la automatización de actividades por parte de robots nos ha ayudado a simplificar tareas y minimizar riesgos. Sin embargo, las relaciones que se establecían con las máquinas no profundizaban en demasiados aspectos. Es ahora, con la irrupción de las emociones sintéticas, cuando podemos entablar conversaciones racionales con una máquina, e incluso experimentar alguna clase de vínculo emocional. “Entre hablar con Samantha -la voz de *Her*- a decirle ‘te amo’ al maestro Samán no hay mucha distancia” (Varise, F. 2014. Los robots ya están aquí: ¿una nueva relación amorosa? Recuperado de <http://www.lanacion.com.ar/1676265-los-robots-ya-estan-aqui-una-nueva-relacion-amorosa>)

Uno de los campos en los que la incursión robótica está más presente es el ámbito doméstico: máquinas que nos ayudan a limpiar y conviven con nosotros en nuestro entorno más íntimo. Un ejemplo de ello es el robot PR2, diseñado para realizar tareas domésticas y laborales.





**Figura 105.** Robot PR2 (2010), creado por Willow Garage. Es capaz de manipular objetos, así como autodesplazarse. PR2 es una plataforma abierta, en la que los usuarios participan de la colectividad propiciada por Willow Garage, la compañía que fabrica este robot. Recuperado de <http://www.engadget.com/2010/04/05/uc-berkeley-researchers-teach-pr2-robot-to-fold-towels/>

Este ejemplo está diseñado para que el usuario pueda experimentar directamente en él, con nuevas ideas y aplicaciones.

La asistencia a personas mayores es otro de los campos, junto con el doméstico, en el que se están implementando inteligencias artificiales.



**Figura 106.** Paro (comercializado desde 2003) Instituto Nacional de ciencia y tecnología avanzada de Japón. Esta foca de peluche ha sido creada para reducir los niveles de estrés de pacientes y cuidadores y estimular la interacción entre ambos, mejorando la relajación y motivación. Recuperado de <http://andrewmcafee.org/2014/07/mcafee-tufekci-robot-grandma-elder-care/>

*Paro* es una muestra de robot terapéutico que ya se ha utilizado en numerosos centros de la tercera edad.

No es de extrañar que, en muchas ocasiones, se compare la relación con nuestras mascotas con la llevada a cabo con robots. *Pleo* es otra muestra de sistema creado con fines de compañía, que alcanza a establecer un vínculo de empatía con el usuario.

Cada dinosaurio nace siendo una cría y posteriormente evoluciona desarrollando su personalidad convirtiéndose en una forma de vida única en su especie. Cada dinosaurio reaccionará de manera distinta a los diferentes estímulos de su entorno. Los hay más activos, más obedientes, más tímidos, con más carácter... más adelante cambiará según le cuides, alimentos, trates o juegos con él. Sólo obedece a su dueño, siente las caricias y el tacto y hasta tiene emociones (Recuperado de <http://w.tvplayvideos.com/1,CVKKtMEDKNU/chabelos/Robot-dinosaurio-mascota-PLEO-rb-%28ReBorn%29>)



**Figura 107.** *Pleo* (2007). Fabricado por la empresa Ugobe. Se trata de un Camarasaurio de una semana, que puede ser encargado a través de internet. Recuperado de <http://www.notcot.com/archives/2006/11/pleo.html>

Todos estos modelos inteligentes se pueden adquirir fácilmente y con un coste muy razonable, ya que forman parte del proceso de democratización de la tecnología que estamos

viviendo. Cada vez existe una oferta mayor y más asequible, ya que hasta hace poco los robots eran elementos relegados a grandes empresas.

Nos encontramos en una época de proliferación de la robótica cognitiva: máquinas que entienden el entorno en el que se manejan y, a la vez, presentan capacidad de reacción ante diversas situaciones. La aparición de esta nueva clase de robots está cambiando la relación funcional que existía hasta el momento con las máquinas que realizaban actividades mecánicas y aisladas de su entorno.

El proyecto europeo LIREC (2013) investiga y explora la forma en que cohabitamos con sistemas inteligentes. También diseñan compañeros digitales e interactivos que pueden desarrollar y leer emociones. En la web del grupo se puede leer la siguiente descripción: “How do we create a new computer technology that supports long-term relationships between humans and synthetic companions? To date, artificial companions have had limited abilities to support long-term, meaningful social interactions with users in real social settings” (Recuperado de <http://lirec.eu/project>) (¿Cómo creamos una nueva tecnología informática que soporta las relaciones a largo plazo entre los seres humanos y compañeros sintéticos? Hasta la fecha, estos compañeros artificiales han tenido una capacidad limitada para mantener relaciones a largo plazo, interacciones sociales significativas con los usuarios en situaciones sociales reales).

LIREC está formado por diez socios europeos pertenecientes a diversos campos: psicología, etología, interacción persona-ordenador y elementos gráficos.

#### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

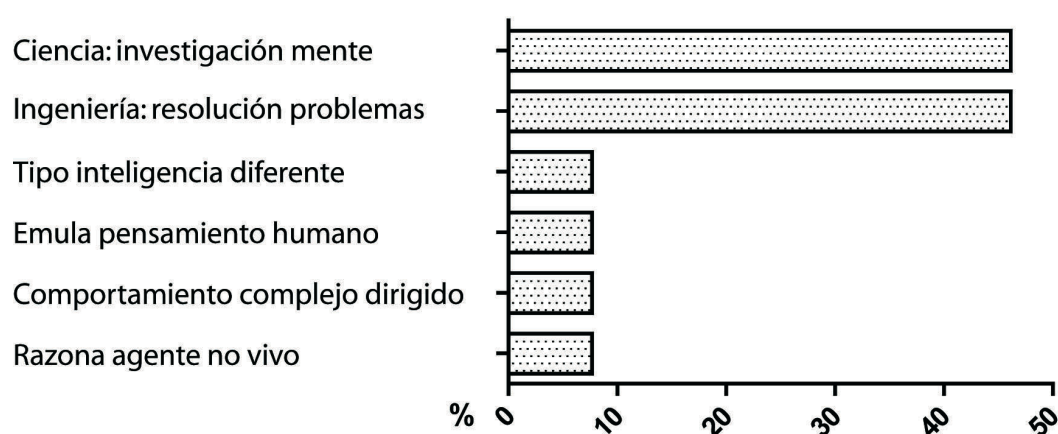
### 4.1. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Tras haber recopilado las respuestas de los trece encuestados, a continuación se muestran las similitudes de resultados. Las definiciones que más se repiten y por lo tanto, las que generan significados que pueden ser tomados como globales.

Siguiendo la intención de síntesis de datos, los resultados obtenidos se han querido plasmar por medio de tablas: cada una representa una pregunta de la entrevista. El modo esquemático de este apartado ayuda a concretar los términos, mostrando un impacto más directo y visual, y ayudando a desgranar los significados básicos y concretos de cuestiones complejas como la esencia de la I.A. o la posibilidad de consciencia en la misma.

### 4.2. RESULTADOS DE LAS ENTREVISTAS

Tras la recopilación de respuestas, los datos son traducidos gráficamente a través de figuras de porcentajes, atendiendo al número de veces en las que se repite el mismo concepto. Esto permite una rápida lectura que engloba los resultados de la encuesta realizada.



**Cuestión 1.** ¿Qué es la I.A.?

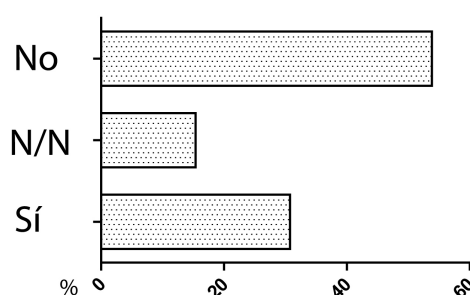
Elaboración propia

Es natural comenzar un cuestionario como este por la pregunta más básica y puede que obvia, pero que, como se aprecia en la figura, tiene múltiples acepciones. Parte de la condición multidisciplinar del significado de I.A. se traduce en su definición.

La primera característica sorprendente en las respuestas se encuentra en la consideración de esta disciplina como ciencia o como ingeniería. Son las dos opciones con mayor porcentaje (50%). La parte de ciencia está más enfocada a una investigación de la propia mente humana; por otro lado, la concepción de ingeniería se centra en la resolución de problemas, que al fin y al cabo es una de las definiciones más extendidas del término inteligencia. Pese a esto, otra de las alternativas hace una distinción entre la inteligencia propiamente biológica y la llevada a cabo por una máquina.

Las siguientes cuestiones tienen que ver con las controvertidas limitaciones de los sistemas emergentes: la consideración de la I.A. como una emulación y la posibilidad de que lleve a cabo un comportamiento más o menos complejo pero, en todo caso, dirigido por un ser humano, sin posibilidad de autogestión.

Por último, aparece la capacidad de razonar por parte de un agente no vivo. Cuando se trata de una computadora, puede presentar diferentes enfoques: por una parte, un tipo de raciocinio (casi) a imagen y semejanza del ser vivo; por otra, una capacidad de razonar basada y centrada en su relación con las matemáticas, a modo de proceso mecánico. El llamado *razonamiento automático* se circunscribe al área de la computación, con el fin de crear programas informáticos capaces de razonar de manera automática.



**Cuestión 1.1.** ¿Es una simulación?

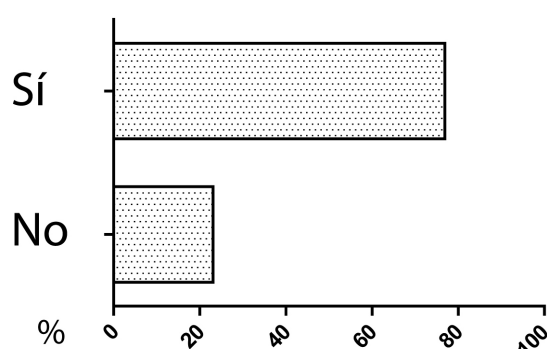
Elaboración propia

Pese a que, como se verá en la siguiente cuestión, algunas características complejas en sistemas artificiales son tomadas como simulaciones, la idea general de la I.A. no es

considerada como tal. Se estima que es un hecho que está teniendo consecuencias reales en el entorno. El auge de la vida artificial apoya la idea de que no se trata de una suplantación. Sin embargo, David Casacuberta (2013) expone que para pensar, por ejemplo, es necesario estar vivo; por lo que, según el experto, de momento se trata de una especulación.

Varios de los entrevistados coinciden en apreciar la simulación actual de los sistemas inteligentes como base y comienzo hacia una inteligencia genuina.

Es interesante la apreciación de Carlos León (2013), quien distingue entre simular y emular: “(...) la I.A., en general, no *simula*, sino que *emula* el comportamiento inteligente. El problema de definición de la I.A. no es el punto de vista técnico, sino de definición de la propia inteligencia” (León, C. 2013, p. 392) En esta línea, Ramón López (2013) expone una serie de ejemplos que apoyan la teoría: “nuestros robots cuando juegan al fútbol no simulan que juegan sino que juegan de verdad, de la misma forma que un piloto automático de un avión no simula que pilota el avión sino que lo pilota de verdad”.



**Cuestión 2.** ¿Son posibles la consciencia, replicación y respuestas inéditas en I.A.?  
Elaboración propia

Pese a la problemática tratada a lo largo de esta tesis respecto a la posibilidad de incorporar competencias como la consciencia, metaconocimiento o voluntad, la mayoría de los expertos encuestados (80%) coincide en afirmar que estas funciones son posibles en inteligencias artificiales. Una vez más se refuerza el hecho de que creamos estas actividades de forma externa a nuestra propia condición, aún cuando los términos no están definidos y delimitados

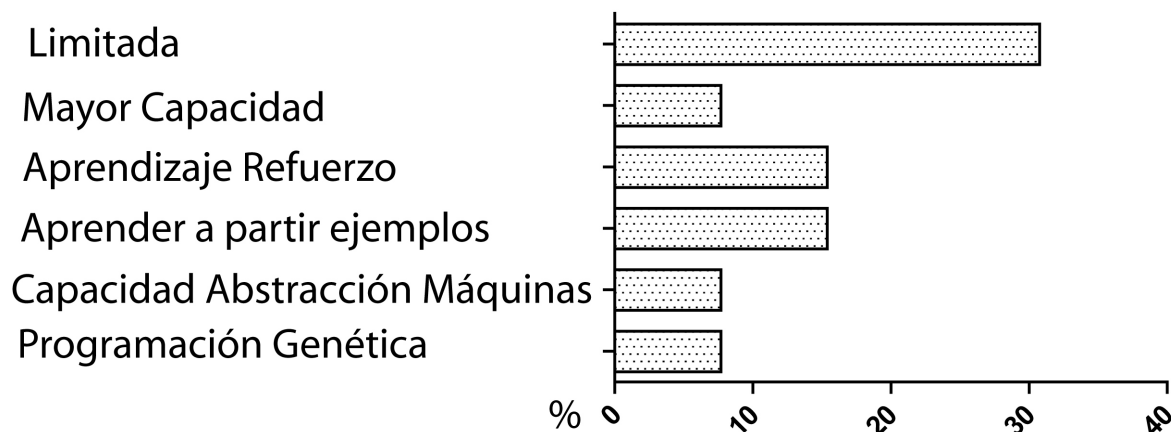


en el territorio natural. Precisamente, Benítez expone que “el tema es muy, muy largo. Pero para poder hablar o discutir de él, hay que fijar primero los conceptos. Y no siempre la filosofía de la mente o la psicología nos dan conceptos precisos” (Benítez, A. 2013, p. 377)

Es importante para esta cuestión tener en cuenta el significado que tiene para cada investigador estos conceptos. Por ejemplo, Arrabales comenta sobre la conciencia: “en los humanos, la conciencia también se aprende, o mejor dicho, se desarrolla. De hecho la autoconciencia no existe en bebés hasta que se desarrolla el *yo*”.

Respecto a la idea de autonomía en sistemas multiagentes, Millán Arroyo (2013) defiende que, que son capaces de percibir el entorno, lo interpretan y toman decisiones para lograr su objetivo .

Finalmente, entre las respuestas negativas hacia la posibilidad planteada aparece la contradicción de aplicar características de los seres vivos a algo carente de vida.



**Cuestión3.** ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que resuelvan problemas?

Elaboración propia.

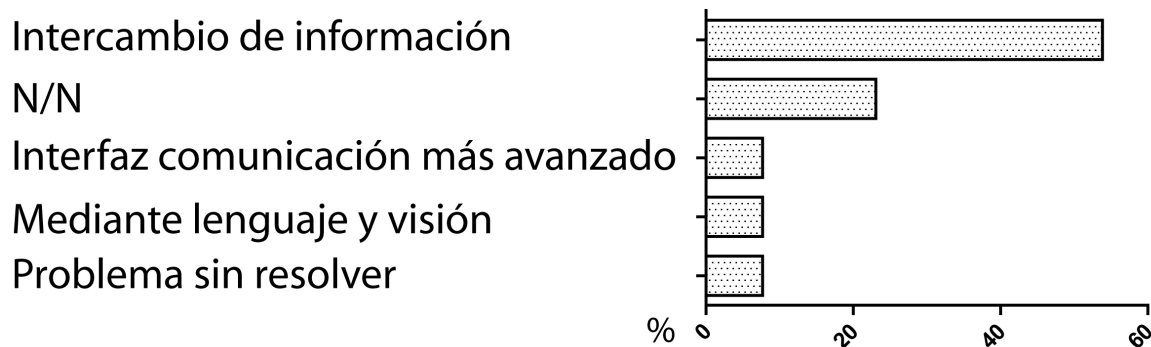
La presente cuestión plantea multitud de posibles. La tarea básica de los sistemas inteligentes es la de resolver problemas; ahora bien, la capacidad de aprendizaje está en vías de desarrollo y perfeccionamiento, por lo que invita a reflexionar sobre ello. Esto queda

reflejado en la respuesta en la que coinciden más expertos (30%), mostrando cierta prudencia al considerar que la capacidad de aprendizaje de las máquinas es limitada. En ocasiones encontramos la justificación en “(...) la capacidad de acción y percepción de la máquina en cuestión” (Arrabales, R. 2013, p. 367)

Otras de las respuestas que admiten, en mayor o menor medida, el aprendizaje, sí hacen distinciones en los dos tipos: por refuerzo y el llevado a cabo a partir de ejemplos.

Las alternativas restantes, aunque con escaso apoyo, ofrecen más confianza en la posibilidad planteada. Millán Arroyo (2013) aboga por una mayor capacidad por parte de las arquitecturas artificiales. “Los sistemas multiagentes, gracias a la interacción entre distintos agentes tienen una capacidad mucho mayor, que está basada en el intercambio de la experiencia de los agentes, que son entidades autónomas” (Arroyo, M. 2013, p. 372)

Aparece también la capacidad de abstracción de las máquinas como alternativa de respuesta, es decir, que el programa informático sepa qué hacer.



**Cuestión 4.** ¿En qué consiste la interacción hombre-máquina?

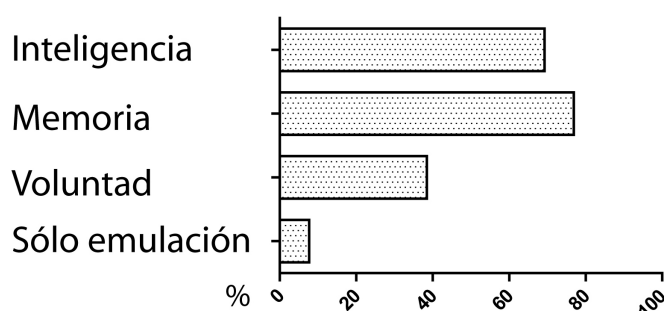
Elaboración propia

La interacción entre una persona y un computador ha sido considerada por la mayoría como un intercambio de información entre ambos. Este diálogo “se puede ver y estudiar desde diferentes perspectivas: tecnológica, psicológica, social, legal, etc.” (Arrabales, R. 2013, p. 372). Estos diálogos persiguen la máxima adaptabilidad de la máquina al lenguaje

humano, no sólo en verbalización, sino también en el lenguaje no verbal. En este tipo de procesos la percepción en una de las tareas claves. La visión mecánica, el procesamiento de datos o el audio son algunas de las características necesarias para que se produzca.

Sorprende el alto porcentaje de respuestas en las que “no saben o no contestan”. Antonio Benítez (2013) comenta a este respecto: “no sé contestar. Máquina es una taladradora, tanto como una computadora”.

Alejandro Pazos recuerda que la interacción “es un viejo problema sin resolver desde 1940, cuando N. Wiener establece la Cibernética como la rama de la Ciencia que se ocupa de estudiar la comunicación entre las máquinas y los humanos” (Pazos, A. 2013, p. 417)



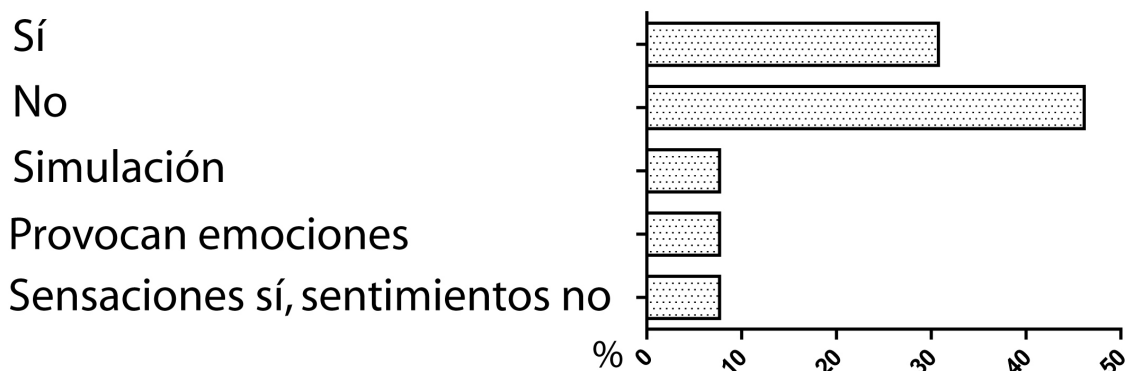
**Cuestión 5.** Posibilidad de inteligencia, memoria y voluntad en I.A.

Elaboración propia.

La mayor parte de los encuestados aceptan parcial o totalmente los términos. La memoria es la capacidad en la que más confían los expertos; también es la más delimitada en cuanto a concepto, y más mensurable. De hecho, actualmente se considera que las computadoras nos han superado con creces en esta competencia. “Por ejemplo, Deep Blue, el programa de ajedrez que ganó a Kasparov, para decidir qué movimiento realizar, utiliza una búsqueda de una profundidad media de entre 6 y 8 movimientos” (Alonso, A. 2013, p. 262). En cuanto a la voluntad, Amparo Alonso (2013) ve en las arquitecturas BDI (Belief-Desires-Intentions) la capacidad de exhibir cierto grado de voluntad.

Es curiosa la respuesta de Raúl Arrabales (2013): “mezclar la espiritualidad con las capacidades cognitivas es un tema sin resolver y que atañe a la filosofía, a la filosofía de la

mente en concreto” (Arrabales, R. 2013, p. 368). En cambio, Millán Arroyo (2013) alega lo diametralmente opuesto diciendo que es ingeniero el que debería responder. Estos ejemplos de respuesta muestran la complejidad de los términos. La transdisciplinariedad es un hecho, pero aún no ha sido asimilada por completo.



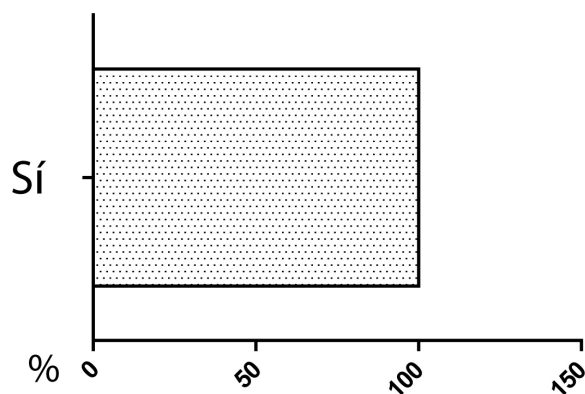
**Cuestión 6.** Posibilidad de sentimientos y emociones en I.A.

Elaboración propia

Al comienzo de la presente tesis se ha tratado la diferencia entre sentimientos y emoción, que muchas veces confundimos y mezclamos. Pese a que las emociones son más fáciles de implementar en aparatos inteligentes, los sentimientos, que son consecuencia de ellas, suponen un esfuerzo superior que de momento, según los resultados de la encuesta, está por llegar. “Las emociones la I.A. las ha interpretado como algoritmos de reacción, de respuesta rápida, de fusión de información, etc.” (González, M. 2013, p. 388)

Como se puede apreciar en el diagrama, se generan una serie de subconceptos a la pregunta: la posibilidad de que las máquinas susciten sensaciones y emociones en el individuo, o que esto se produzca pero a través de la simulación. En general todas las respuestas extraídas de la cuestión formulada son negaciones de esa posibilidad.

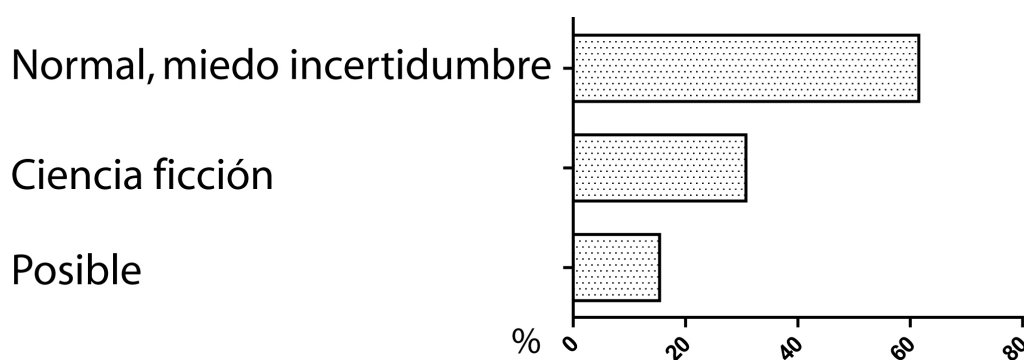
Entre las respuestas afirmativas se advierte la condición de los términos según se apliquen a sistemas biológicos o artificiales, “(...) hay que tener en cuenta que no se tratará de emociones y sentimientos del tipo humano, sino algo diferente. Es lo mismo que la luz natural del Sol y la luz artificial de una bombilla incandescente” (Moriello, S. 2013, p. 413)



**Cuestión 7.** ¿Son creativos los sistemas inteligentes?

Elaboración propia

Única respuesta unánime. Pese a que el concepto de creatividad entraña una cierta confusión o complejidad a la hora de definirlo en el propio comportamiento humano, la totalidad de los encuestados están de acuerdo en afirmar que la I.A. ha alcanzado la creatividad. Sorprenden las respuestas, sobre todo teniendo en cuenta el frente que sostiene que las máquinas no pueden ser creativas al no ser autosuficientes u originales. Según Giannetti (2007), en los campos de la ciencia, la tecnología y la estética, se profesa la crisis de los discursos sobre originalidad, la materialidad, la razón la autenticidad y de la verdad. La controversia respecto a la creatividad en sistemas inteligentes nace de la problemática de la simulación, de su definición y delimitación de fronteras.



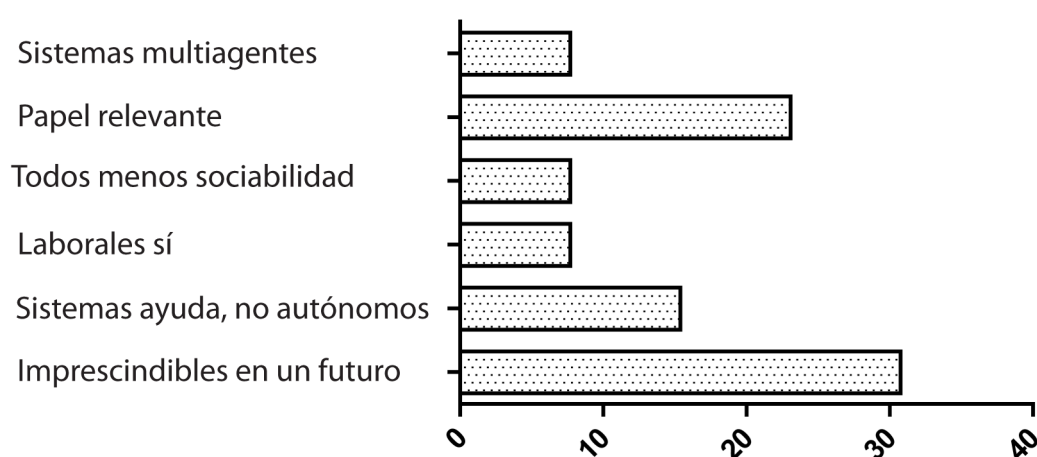
**Cuestión 8.** ¿Qué opina reacción de una posible rebelión de las máquinas?

Elaboración propia

La tendencia general respecto a una posible rebelión de las máquinas se justifica en el miedo al cambio, a saber de qué serán capaces los sistemas inteligentes en un futuro. “El miedo a las máquinas es muy antiguo (las civilizaciones precolombinas ya hablan de una rebelión de los objetos)” (Casacuberta, D. 2013, p. 384)

La confirmación a este temor aparece a través del imaginario colectivo: películas, novelas, comics, música y arte. Precisamente, la ciencia ficción es la opción por la que se decantan algunos de los encuestados, considerando estos ejemplos fruto de la imaginación, sin ningún fundamento o justificación y desechando cualquier posibilidad de que un robot nos supere completamente. De hecho, aparece el término autoconsciencia como requisito imprescindible para la realidad planteada. “Eso supondría la autoconsciencia del sistema inteligente, algo que no sabemos si se podrá conseguir algún día” (Arroyo, M. 2013, p. 374)

El porcentaje más escaso plantea la posibilidad de sublevación computacional. Antonio Benítez (2013) apunta: “en la robótica más reciente se pretenden robots capaces de producir otros robots, no necesariamente iguales. Para sobrevivir, los robots necesitan energía. Si aunamos ambas ideas, se entiende lo de la lucha o guerra entre hombres y máquinas” (Benítez, A. 2013, p. 380)



**Cuestión 9.** Papel I.A. en: arte, relaciones interpersonales, sociales, laborales y lúdicas  
Elaboración propia

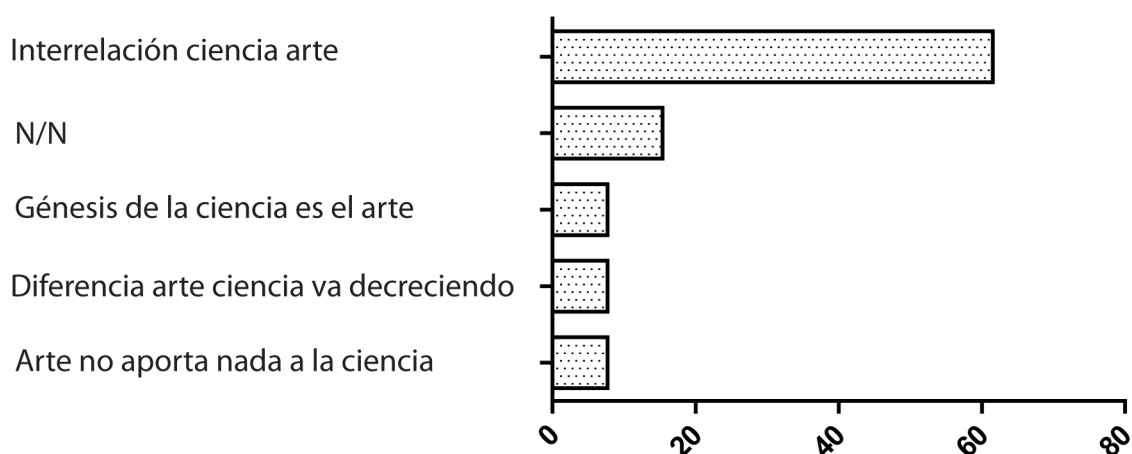
Pese a las múltiples respuestas a la siguiente pregunta, la mayoría coincide en que el papel de la I.A. es y será cada vez más importante en nuestras vidas.

El apartado de sociabilidad es el que ofrece mayor controversia. “Soy escéptico a pensar que las máquinas ocupen una parte importante de la sociabilidad que tradicionalmente hemos destinado a las personas (...)” (Arroyo, M. 2013, p. 374) Por el contrario, Manuel Moreno (2013) presenta un futuro de grandes transformaciones sociales: “cuando se acabe de desarrollar plenamente la I.A. producirá un cambio radical en la forma en que nos relacionamos entre nosotros y con sistemas artificiales” (Moreno, M. 2013, p. 411) Alejandro Pazos (2013) habla de una sociedad híbrida, en la que convivamos con seres artificiales inteligentes de una manera natural.

En el aspecto laboral, el papel de los sistemas inteligentes se muestra más esperanzador. “En las laborales lo veo claro. Desde los asistentes en Medicina, Economía, Agricultura, etc., hasta los sistemas automáticos de navegación (...)” (Benítez, A. 2013, p. 380)

Respecto al arte, “ya hay máquinas que escriben poemas, pintan y hasta componen música. También los videojuegos son cada vez más realistas y atrapantes” (Moriello, S. 2013, p. 414)

Por último, no sólo se evolucionará en facetas que conocemos hoy en día. “Las nuevas tecnologías también abrirán campos inimaginables ahora” (Vico, F. 2013, p. 424)



**Cuestión 10.** ¿ El arte híbrido sólo se sirve de innovaciones técnicas para crear nuevas maneras?  
Elaboración propia

La mayor parte de los encuestados creen en una interrelación entre arte y ciencia. En esta línea de pensamiento bidireccional, para Arrabales la interrelación “existe a diferentes niveles,



desde la inspiración para nuevas líneas de investigación hasta tratar de explicar científicamente la generación y la percepción del arte” (Arrabales, R. 2013, p. 470)

Sorprende la cantidad de encuestados que dicen no tener una opinión formada al respecto.

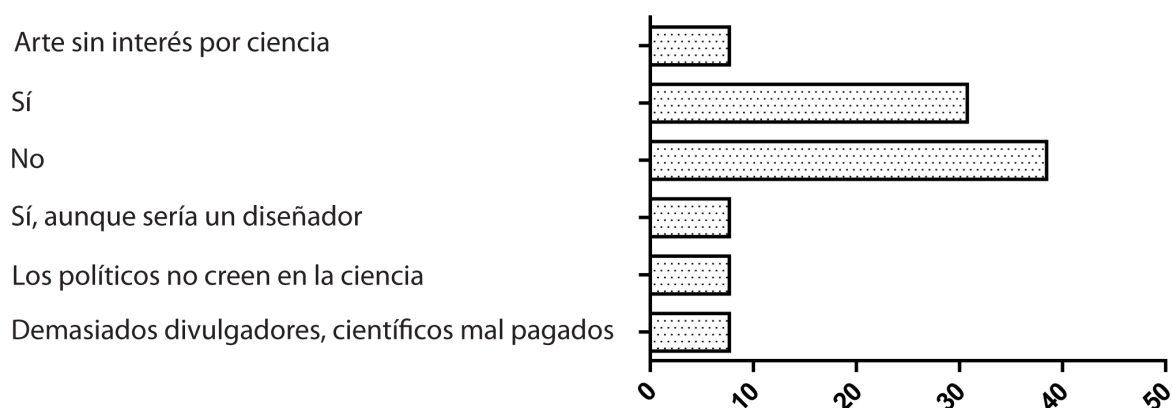
La idea del profesor Brea (2010), comentada en esta tesis, en cuanto a la consideración del arte híbrido como una suerte de ensayo, aparece en una de las respuestas a la cuestión formulada. “El arte híbrido ahora mismo está en proceso de definición y hay cosas potentes, cosas que me parecen un bluff y cosas que prometen pero que todavía tienen que madurar” (Casacuberta, D. 2013, p. 385) Pero sin duda, la opción más radical en cuanto a interrelación de las dos disciplinas, es la que muestra Manuel González (2013):

La génesis de la Ciencia es puro arte. Los científicos utilizan analogías, metáforas, se dejan llevar por la intuición, las imágenes mentales, sueñan o recrean situaciones que no existen, etc. (...). Las habilidades artísticas son necesarias sino imprescindibles para ser un buen científico (González, M. 2013, p. 389)

Aparece también la problemática de definición de los términos *arte* y *ciencia*. “La palabra arte ha cambiado de significado a lo largo de la historia, y no tiene una semántica fija” (León, C. 2013, p. 396) El autor continúa profundizando en la confusión que a veces produce la semántica: “volviendo al tema de la filosofía del lenguaje, que hablemos de arte o ciencia no significa que existan como conceptos en la naturaleza” (León, C. 2013, p. 396)

Surge en esta cuestión un hecho pasado que resuena en la actualidad, hacia un intento por parte de la I.A. de difuminar las líneas fronterizas de estas dos disciplinas. “En el Renacimiento el artista y el científico eran en muchos casos la misma persona y consideraban su labor como diferentes producciones de la actividad creadora” (León, C. 2013, p. 396)

Existe un resultado que parte del desconocimiento del llamado arte híbrido, pero que desemboca en la conclusión de que el arte no pertenece al campo científico. “No conozco el arte híbrido ni creo que a priori aporte nada el arte a la ciencia” (Salmerón, J. 2013, p. 421)

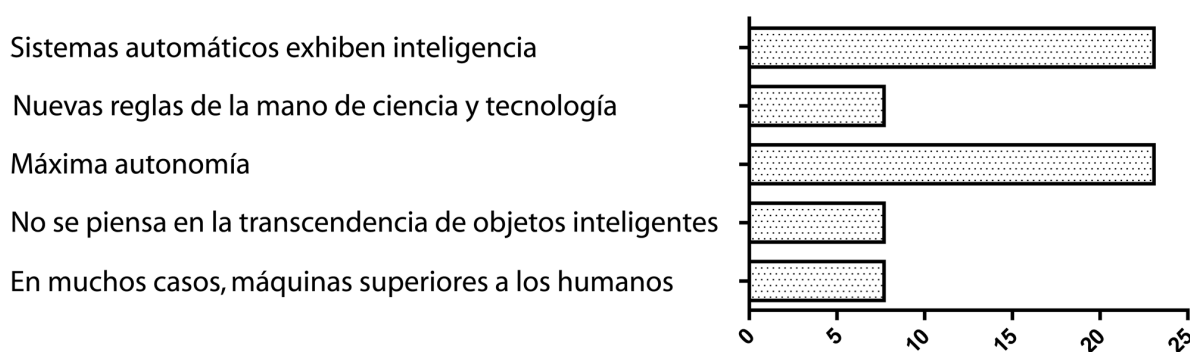


**Cuestión 11.** ¿Considera al artista mediador entre avances tecnológicos y sociedad?

Elaboración propia

Es curioso cómo la mayoría de los encuestados (investigadores científicos casi todos), consideran no sólo que el arte no debe ser un mediador entre la ciencia y la sociedad, sino que delegan ese papel exclusivamente a la persona científica. Sin embargo, como bien dice André Parente (2007), la ciencia no se aplica a partir de la idea de sus genios. La ciencia se multiplica como lo social, pero para que ello ocurra se precisan enormes esfuerzos. Asimismo, podemos hacer una distinción entre la acción de “traducir” la ciencia para el gran público y su replicación. Un científico que sea el encargado de transmitir el conocimiento científico a la sociedad tiene la responsabilidad de hablar no sólo en términos técnicos, sino también en repercusiones sociológicas, culturales, transformaciones generacionales; ampliar el sistema de visión que, en muchos casos, poseen un tanto reducido.

Si bien es verdad que algunas personas con formación científica carecen de perspectiva general, por así decirlo, estoy también de acuerdo que divulgadores o artistas que lleven a cabo el cometido de mediador deberían tener una base de conocimiento científico, reduciendo el problema de la cuestión tratada a la transdisciplinariedad, (es decir, que las investigaciones sean de carácter integrador) y no relegando el conocimiento de una materia concreta a los expertos en ese campo.



#### **Cuestión 12.** Objetivos de los investigadores en I.A.

Elaboración propia

Quizás esta es la pregunta que puede ofrecer una mayor sensación de objetividad, en cuanto a que se ha formulado precisamente a investigadores de I.A. Si bien haber seleccionado personalidades de campos diversos (ingeniería, sociología, informática, filosofía) da como resultado diversidad de opciones.

Como era de esperar al diseñar este tipo de sistemas, la inteligencia es la cualidad más perseguida por los expertos en esta materia. Al mismo nivel, aparece la intención de autonomía, ya que esta puede ser considerada una emergencia de la inteligencia. “Uno de los objetivos, es diseñar objetos autónomos: que encuentren por sí mismos el mejor modo de resolver problemas” (González, M. 2013, p. 390) Sin embargo, Casacuberta plantea otros caminos.

Los investigadores en I.A. que conozco están o bien para simular modelos cognitivos de cómo funciona la mente (...) o bien gente en el mundo Big Data que buscan la forma de extraer información y conocimiento de decenas de millones de datos en una base de datos (Casacuberta, D. 2013, p. 386)

Sorprendentemente, Casacuberta (2013) continúa diciendo que actualmente apenas se persigue la creación de sistemas autónomos: “(...) ya casi no quedan investigadores con el objetivo de crear seres autónomos artificiales. Algunos me he encontrado (...) pero diría que son una minoría” (Casacuberta, D. 2013, p. 386)

Ramón López (2013) propone la investigación de la mente humana a través de la I.A. como una consecuencia de construir sistemas artificiales. “A lo largo de los últimos siglos, este afán por construir máquinas inteligentes nos ha conducido a inventar distintos modelos del cerebro humano” (López, R. 2013, p. 404)

Por otra parte, la I.A. puede ser entendida como un ejercicio para comprender mejor nuestra propia condición y funcionamiento. Así, Manuel Moreno (2013) comenta respecto a los investigadores de este campo: “en mi opinión intentan aprender aspectos básicos de la inteligencia humana tratando de crear sistemas que repliquen parte de sus funciones” (Moreno, M. 2013, 411)

La opinión que ofrece Sergio Moriello (2013) al respecto presenta una profundidad en la condición investigadora de I.A. actual. “No sé hasta qué punto los investigadores piensan en la transcendencia de los objetos inteligentes tanto en el espacio como en el tiempo... y también dudo de que puedan hacerlo” (Moriello, S. 2013, p. 416)

### 4.3. VALORACIÓN GLOBAL

Tras los dos apartados anteriores, en los que la información se ha sintetizado lo máximo posible, la valoración global de estos datos permite un desarrollo pormenorizado de cada concepto. Pero, sobre tod

La principal tarea para adentrarnos en el tema de la I.A. y sus aplicaciones es definir con claridad en qué consiste esta disciplina. Tras preguntar a los doce entrevistados, una de las acepciones en la que un mayor porcentaje estuvo de acuerdo es en la de exponer que se trata de investigar la mente (46,15%), refiriéndose así al campo de la ciencia. Recordemos que, gracias a Turing, la computación se convirtió en ciencia, pero lo que se estudia son: o, muestra la idea global que se deriva de las opiniones recopiladas.

los procesos cognitivos de alto nivel a partir de las interacciones de bajo nivel con el

entorno. Y de ellas derivan los sistemas cognitivos corporizados, y, en particular, la robótica basada en el comportamiento, la robótica situada, la robótica epigenética y la robótica evolutiva (Moriello, S. 2014. Nuevos enfoques en el estudio de la mente. Recuperado de [http://www.tendencias21.net/Nuevos-enfoques-en-el-estudio-de-la-mente\\_a667.html](http://www.tendencias21.net/Nuevos-enfoques-en-el-estudio-de-la-mente_a667.html))

La misma cantidad de encuestados se decantaron por mostrar una concepción más cercana a la ingeniería, que atañe a la resolución de problemas (46,15%); al fin y al cabo, esa es la acepción más extendida en cuanto a definición de inteligencia. Las cuatro respuestas restantes son menos globales: tipo de inteligencia diferente (7,69%), emulación del pensamiento humano (7,69%), comportamiento complejo dirigido (7,69%) y razonamientos por parte de un agente no vivo (7,69%).

Aclarada esta primera cuestión, se produce una más concreta, planteando si se trata de una simulación. La mayor parte de respuestas coinciden en que no se trata de una simulación (53,84%) , especificando muchos de ellos que esta consideración se produce desde un punto de vista computacional, alegando que se trata de un proceso real con un impacto real. Por otra parte, encontramos un 30,76% que considera la I.A. como una simulación. Algunos entienden que para pensar se necesita estar vivo. Otros achacan esta simulación al programa predominante llamado “computacionalista”. Esta teoría se enmarca dentro de la psicología cognitiva. Así, la mente es considerada como una suerte de máquina que produce y procesa símbolos. Se establece una equiparación entre la mente humana (cerebro) y los programas de ordenador. Neuronas y chips, aunque difieren en naturaleza, se igualan en funcionalidad. El resto de encuestados (15,38%) no sabe o no contesta.

El siguiente bloque conceptual se adentra en la definición de conceptos. Ya de por sí abstractos cuando se aplican a capacidades humanas, aún más en sistemas computacionales. Se plantea si son posibles la consciencia, la replicación o la capacidad de dar respuestas

inéditas por parte de máquinas. La mayoría de contestaciones fueron positivas ante esta posibilidad (76,92%), frente a una minoría (23,07%) que no lo veía factible. Dentro del grupo de respuestas positivas cabría destacar algunos de los términos que surgieron, como el llamado metaconocimiento (el conocimiento que la máquina tiene sobre sí misma), que se acerca a la consciencia y en el que coinciden varios encuestados. Otros defienden estas posibilidades gracias a la autonomía de las máquinas dentro de una programación previa. Aparece también el término *conciencia artificial*, programa de investigación que en la actualidad pretende integrar información que resuene en cierta frecuencia y auto-monitorizar las acciones de la máquina para modular una especie de “yo” interno. En el polo opuesto, se presenta otra vez la problemática de no tratarse de un ser vivo, ya que consciencia implica vida (autopoiesis). Surge también la opción de que las máquinas encuentren su propia forma de comportarse inteligentemente. Antonio Benítez (2013) señala la contribución teórica de Langton respecto a la autorreplicación. En 1986 diseñó un algoritmo sencillo, un tipo de autómatas celulares llamado *Hormiga de Langton*. Lo que perseguía era la idea de imitar características de los seres biológicos por medio de la ingeniería informática. Para ello se diseñaron algoritmos que, a través de modelos sencillos, presentasen comportamientos complejos.

John Von Neuman es otro de los investigadores señalados por Benítez (2013). Su *Constructor Universal*, diseñado en la década de 1940, supone la demostración de los requisitos lógicos para la máquina de autorreplicación; una intención de universalidad de la construcción y evolución.

Por otra parte, algunos de los expertos que participaron en la encuesta no ven factible la posibilidad tratada hasta que se llegue a entender en qué mecanismos reside la autoconciencia y la capacidad de abstracción. Por tanto, las cuestiones semánticas de los conceptos citados dificultan su implementación en inteligencias sintéticas.

Respecto a la pregunta de qué capacidad poseen las máquinas para aprender modelos de comportamiento en la resolución de problemas, la mayor parte de los encuestados (30,76%) se declinaron por una capacidad limitada, debido en parte a la propia condición de la máquina. Comenta Raúl Arrabales (2013),

sólo se pueden aprender modelos cuya aplicación real sea plausible para el organismo.

Por ejemplo, un humano no puede aprender modelos de comportamiento de una bacteria porque sus organismos, y por lo tanto su interacción con el medio, son radicalmente diferentes (Arrabales, R. 2013, p. 367)

A esta le siguen dos respuestas con igual número de porcentaje: aprendizaje por refuerzo (15,38%), “se trata de que el agente o bien recibe del mundo una valoración del éxito de su acción o bien es capaz de evaluar si su acción ha tenido éxito” (Benítez, A. 2013); y aprendizaje a partir de ejemplos (15,38%). Comenta David Casacuberta,

el avance reciente en algoritmos probabilísticos ha hecho mucho más fácil aprender comportamientos a partir de ejemplos. Aquí ha ayudado mucho la gran cantidad de datos que son accesibles, Big Data, que permiten crear conjuntos de entrenamiento para redes neuronales mucho más grandes de lo que se tenía hasta ahora. (Casacuberta, D. 2013, p. 382)

Por último, existen tres alternativas diferentes, respaldadas por un 7,69% cada una de ellas: mayor capacidad, programación genética y abstracción en las máquinas. Manuel González (2013) señala el llamado *machine learning*, cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan aprender a los computadores. Estos programas son capaces de reproducir comportamientos a partir de una información dada en forma de ejemplos.

Cabe destacar también los llamados robots sociales, mencionados en la respuesta de Sergio Moriello.

Un robot social es aquel que interactúa y se comunica con las personas siguiendo



comportamientos, patrones y normas sociales. Para eso se necesita que disponga de habilidades que se ubican dentro del dominio de la llamada inteligencia social. Se debe tener en cuenta que la socialización con las personas es un tema difícil, ya que los robots y los humanos no comparten un lenguaje común ni perciben el mundo de la misma forma (Moriello, S. 2008, p. 412)

En la siguiente cuestión se plantea en qué consiste la interacción entre un hombre y una máquina. La mayoría afirma que se trata de un intercambio de información (53,84%), “existen varios tipos de interacción, que dependen del nivel de autonomía de ambas partes de la comunicación” (Alonso, A. 2013). Esto nos remite a la teoría comentada en la presente tesis doctoral respecto a la necesidad de “dos cerebros”, en relación a la antigua figura del emisor. Es imprescindible que los individuos o dispositivos que participen de la comunicación tengan un nivel de información y procesamiento de la misma similar.

Alguno de los expertos entrevistados especifica diversos modos de estudiar esta interacción: tecnológica, psicológica, social, legal, etc. También aparece el diálogo verbal como el mayor desafío en el diálogo hombre-máquina. “Por ejemplo, que un sistema inteligente detecte que un enfermo de Parkinson ha tenido un bloqueo que le impide moverse es algo técnicamente posible pero complejo” (Arroyo, M. 2013, p. 372)

Hay un alto porcentaje de encuestados (23,07%) que no sabe o no contesta a la pregunta. Surgen también otras respuestas: por un lado, el concepto de interfaz de comunicación más avanzado (7,69%); y por otro, mediante lenguaje (escrito y hablado) y visión (7,69%). La unión entre ambos es fundamental para conseguir naturalidad en la interacción, comentando que ya se han producido grandes avances en procesamiento de lenguaje e interpretación del lenguaje gestual y reconocimiento de actividades mediante procesamiento visual. Aparece también la opción de que se trata de un problema sin resolver (7,69%) desde 1940, cuando N. Wiener establece la Cibernética como la rama de la ciencia que se ocupa de estudiar la

comunicación entre las máquinas y los humanos, como comenta Alejandro Pazos (2013).

González destaca la importancia de la antropomorfización de los sistemas inteligentes.

Se están antropomorfizando máquinas o asistentes virtuales para que el efecto sea el de interacción entre humanos. Es un área sorprendente porque nos ilustra sobre fenómenos psicológicos novedosos como el *Uncanny valley*: un umbral por encima del cual, si la máquina se parece a nosotros nos provoca rechazo (González, M. 2013, p. 387)

La cuestión número cinco plantea la posibilidad de inteligencia, memoria y voluntad en sistemas inteligentes. Como era previsible, la memoria ha sido el término más apoyado, con un 76,92% de respuestas positivas, seguido de la inteligencia (69,23%) y, por último, la voluntad (38,46%), el concepto más abstracto. Algunos de los ejemplos a este respecto mencionados por los encuestados son: BDI (Belief-Desires-Intentions) y los autores Rosembueth, Wiener y Bigelow (1943), del MIT, con su artículo *Behaviour, Purpouse and Teleology*. El modelo de software BDI se sirve de creencias, deseos e intenciones para la resolución de un problema concreto en la programación de agentes.

Otra de las opciones sugeridas es la emulación de estos conceptos (7,69%). Se aprecia una tendencia general a considerar la perspectiva filosófica respecto a estos términos como una vía demasiado confusa y problemática para ser tratada en I.A. Estos modelos también son capaces de fraccionar el tiempo de acción, compensando el tiempo de “pensar” qué hacer y el de ejecución del plan.

Una de las cuestiones más complejas atañe a la posibilidad de sentimientos y sensaciones en I.A. “Mezclar la espiritualidad con las capacidades cognitivas es un tema sin resolver y que atañe a la filosofía, a la filosofía de la mente en concreto” (Arrabales, R. 2013, p. 368) Benítez comenta: “este es un tema de los que típicamente la filosofía confunde más que ayuda” (Benítez, A. 2013, p. 379). Arrabales añade que eso lo

debería responder un ingeniero. Es un asunto controvertido, en el que científicos y “pensadores” no se ponen de acuerdo en quién tiene la responsabilidad de definir y delimitar conceptos, aunque también existen ejemplos en los que la comunión de las disciplinas tiene como fruto una definición compartida y rica en significado.

La mayoría (46,15%) considera que aún no es una realidad, seguido de un 30,76% que, al contrario, creen que sí existen estas condiciones en agentes inteligentes. Derivadas de esta cuestión aparecen tres respuestas menos concretas: que se trata de una simulación (7,69%), que provocan emociones (7,69%) y que sí se producen sensaciones pero no sentimientos (7,69%). Algunos advierten que estos términos no se presentan de igual forma en el ser humano y en las máquinas.

Respecto a si los sistemas inteligentes son creativos, se ha producido una respuesta positiva del 100%, apuntando que ya existen términos que lo demuestran: creatividad artificial y computacional. “Hay una rama sobre creatividad computacional que está ahora muy en boga (...). Esta rama asume que un sujeto creativo es aquel que encuentra conexiones entre patrones poco evidentes” (González, M. 2013, p. 388)

Otra de las justificaciones se apoya en que cualquier máquina que supere el *Test de Turing* tendrá de por sí capacidades creativas. Raúl Arrabales (2013) propone una definición sencilla y concreta del término: “creativa es cualquier respuesta que proporciona una solución a un problema real. Por lo tanto, un sistema inteligente es por definición creativo. Si no fuera creativo, no podría dar soluciones a problemas nuevos cuya solución no ha sido pre-programada” (Arrabales, R. 2013, p. 369)

Respecto al funcionamiento de este tipo de creatividad, apunta Casacuberta (2013):

los ordenadores pueden crear algo original, en el sentido de no estar directamente conectado con su programación. Es suficiente con que haya feedback externo que se procesa de forma algorítmica para tener variaciones y, si el programa está bien hecho

poder generar algo creativo (Casacuberta, D. 2013, p. 384)

Una vez más aparece el problema semántico.

No tenemos una definición formal de creatividad, porque no es un término formal. Es decir, no podemos medir la creatividad como medimos el tiempo que ha tardado un programa en generar una historia. La semántica de la palabra creatividad es personal, social y evoluciona (León, C. 2013, p. 394)

*The Painting Fool* es uno de los ejemplos propuestos por Ramón López (2013). A continuación aparece una presentación del programa en primera persona:

I'm The Paintng Fool: a computer program, and an aspiring painter. The aim of this project is for me to be taken seriously – one day – as a creative artista in my own right. I have been built to exhibit behaviours that might be deemed as skilful, appreciative and imaginative. My work has been exhibited in real and online galleries; the ideas behind my conception have been used to address philosophical notions such as emotion and intentionality in non-human intelligences; and technical papers about the artificial intelligence, machine vision and computer graohics techniques I use have been published in the scientific literature (Recuperado de <http://www.thepaintingfool.com>)

(Soy la pintura Fool: un programa informático, y un pintor aspirante. El objetivo de este proyecto es para mí, ser tomado en serio, como un artista creativo por derecho propio. He sido construido para exhibir conductas que puedan considerarse como un crack, agradecido e imaginativo. Mi trabajo ha sido expuesto en galerías reales y on line; las ideas detrás de mi concepción se han utilizado para hacer frente a las nociones filosóficas tales como la emoción y la intencionalidad de las inteligencias no humanas, y documentos técnicos acerca de la inteligencia artificial, visión artificial y técnicas de gráficos de ordenador que utilicé, han sido publicados en la literatura científica)

Se trata de una amplia aspiración computacional que engloba varias áreas, con aspiraciones artísticas humanas como exponer en una galería y “competir” con obras creadas por artistas. La emoción o la intencionalidad en el acto creativo han sido algunos de los parámetros que se han pretendido conseguir con *Painting Fool*.

La octava pregunta trata sobre la posible rebelión de las máquinas, y de si se considera algo natural que tengamos este temor. La mayoría de respuestas apoyan que se trata de una reacción normal, de miedo a la incertidumbre (61,53%). Manuel González cita el antiguo *Mito de Prometeo*, mencionado anteriormente en la presente tesis:

la ciencia ficción frente a las máquinas inteligentes reproduce sistemáticamente el conocido como mito de Prometeo. Prometeo le roba el fuego (símbolo del conocimiento técnico) a los dioses para dárselo a los hombres. Por ello es castigado a que un águila le devore el hígado cada mañana mientras permanece encadenado. El mito intenta conjurar el miedo a jugar a ser dioses y advertir de los peligros que conlleva (González, M. 2013, p.389)

Arrabales (2013) defiende esta tesis, justificándola por el temor hacia un futuro no controlado: “(...) tan normal como adaptativo es sentir miedo ante una situación de incertidumbre y cambio, pues esta implica unos riesgos y la necesidad de adaptarse a los cambios” (Arrabales, R. 2013, p. 369)

Un porcentaje del 30,76% afirma que se trata de algo exclusivo de la ciencia ficción. Millán Arroyo (2013) alude a la autoconsciencia como causante de esta imposibilidad: “eso supondría la autoconsciencia del sistema inteligente, algo que no sabemos si se podrá conseguir algún día. De momento pertenece al mundo de la ciencia ficción” (Arroyo, M. 2013, p. 374)

Finalmente, una minoría (15,38%) cree que esa revolución por parte de las máquinas podría llegar a producirse. “En la robótica más reciente se pretenden robots capaces de

producir otros robots, no necesariamente iguales. Para sobrevivir, los robots necesitan energía. Si aunamos ambas ideas, se entiende lo de la lucha entre hombres y máquinas” (Benítez, A. 2013, p. 380)

El siguiente bloque de respuestas son en torno al papel de la I.A. en el arte, las relaciones personales, sociales, laborales y lúdicas. Un 30,76% cree que en un futuro las máquinas inteligentes serán imprescindibles. Alonso hace alusión a la “flexibilidad” de las ciencias que definen conceptos como la inteligencia para conseguir mayor autonomía en los agentes sintéticos. “La I.A. tiene un papel en todas esas áreas, que avanzará progresivamente con los descubrimientos de la psicología y la neurociencia, a la vez que con las nuevas estructuras, más flexibles, para representar conocimiento” (Alonso, A. 2013, p. 364) Pero también es verdad que habla de estas acciones en términos de simulación, abriendo el eterno debate de los agentes emergentes en cuanto a simuladores. “Asimismo, los Sistemas Multiagentes nos permiten simular relaciones sociales, personales, lúdicas, etc.” (Alonso, A. 2013, p. 364) Concluye con un relevante ejemplo práctico y real de I.A. aplicado a la política: “en la última campaña de Barack Obama, la Inteligencia Artificial jugó un papel importante al descubrir tendencias en las redes sociales de ciertos estados, e intentar orientar esas tendencias para conseguir más votos para el candidato” (Alonso, A. 2013, p. 364)

A continuación, un 23,07% continúan en esta dirección, considerando que las máquinas poseen un papel significativo. Millán Arroyo (2013) destaca el papel de los *talking agents* (entidades software con la capacidad de reconocer el habla humana y sintetizar una respuesta hablada) en el campo artístico.

En el arte (...) tengo la experiencia y conocimiento de los *talking agents*, que han permitido que una obra artística interactúe con el espectador, entablando un diálogo con éste. Es probable que en el futuro la interacción del espectador con la obra artística sea algo más frecuente, aunque hoy ya es una realidad (realidad en fase beta, pero

realidad) (Arroyo, M. 2013, 374)

Un 15,38% subraya que se trata de sistemas de ayuda, y recuerda que no son autónomos. Hay quien considera que es en las relaciones laborales en las que tienen relevancia (7,69%). Otro tanto por ciento se muestra escéptico a pensar que las máquinas ocupan una parte importante de la sociabilidad, que tradicionalmente hemos destinado a personas, negando su posibilidad inclusive en un futuro, salvo en un tipo de sociabilidad equiparable a la de mascotas o limitada a cuestiones operativas con una finalidad de diálogo de tipo pragmático. El universo *Big Data* (sistemas artificiales que manipulan una gran cantidad de datos) aparece en relación al estado actual de los sistemas artificiales que, según Casacuberta (2013), es un tanto marginal pero con miras a ser cada vez más importante.

Entramos en el universo Big Data. El éxito de Google es en buena parte, el éxito de la I.A.: la capacidad de descubrir patrones enterrados en millones de datos. Creo que cada vez veremos más I.A. hacia esta línea y la I.A. clásica que quería entender cómo funciona la mente se irá debilitando progresivamente. (Casacuberta, D. 2013, p. 384)

Los Sistemas Multiagentes (7,69%) son uno de los conceptos que se abstraen de las respuestas. Estos permiten simular las relaciones sociales, personales, lúdicas, laborales, etc. Pazos (2013) introduce el término de sociedad híbrida como el futuro de convivencia entre los sistemas computacionales y nosotros. “(...) posiblemente no tardando mucho compartamos la sociedad con seres artificiales inteligentes de forma natural en una especie de sociedad híbrida” (Pazos, A. 2013, p.418)

Las siguientes cuestiones tienen que ver con el campo artístico, comenzando por plantear si existe una gran diferencia entre el arte y la ciencia, concretamente si el llamado *arte híbrido* se sirve sólo de innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo. La mayoría (61,53%) opina que existe una clara interrelación entre la ciencia y el arte. Manuel Moreno (2013) considera sumamente reduccionista la posición de Lewis Wolpert y ve en el arte



híbrido una posible influencia para la creación científica: “el arte auténticamente híbrido puede también contribuir directamente al proceso de creación técnica o científica” (Moreno, M. 2013, p. 425)

Aparecen ejemplos concreto de la confluencia entre arte y tecnología: “para generar productos industriales es necesario el arte. Por ejemplo, los productos de la empresa Apple (Mac, iPhone, iPad, iPod) son, desde el punto de vista del diseño, impecables” (Moriello, S. 2013, p. 415)

Sin embargo, sorprende el porcentaje (15,38%) que no posee una opinión formado a este respecto. El 7,69% considera que la génesis de la ciencia es el arte. Otro tanto (7,69%) apoya la idea de que la diferencia entre arte y ciencia está disminuyendo, como apunta Ramón López (2013): “creo que la diferencia entre arte y ciencia va decreciendo, y que no solamente la ciencia aporta al arte sino que el arte también va a influir cada vez más en la ciencia por ejemplo en la creatividad computacional” (López, R. 2013, p. 403)

Finalmente, hay quien se decanta por la idea de que el arte no aporta nada a la ciencia (7,69%). “No conozco el arte híbrido ni creo que a priori aporte nada el arte a la ciencia” (Salmerón, J. 2013, p. 421)

Nos encontramos con la posibilidad de incursiones en los discursos de las diferentes disciplinas, propiciando un panorama para la resolución de cuestiones intrínsecas a la complejidad que habitamos. Para Ramos (2011), el arte da respuestas complejas a preguntas complejas y es en el espacio intermedio de las disciplinas donde ocurre esto. La posmodernidad como encadenación de instantes no nos permite visualizar el avance hacia el futuro.

A continuación se propone la figura del artista como mediador entre la complejidad de los avances tecnológicos y la sociedad. Un 38,46% se decanta por la negación de dicha posibilidad, alegando que la divulgación científica debe venir prioritariamente de los

científicos. “La ciencia tiene su lenguaje y debe encontrar sus propias formas de representar los resultados a una comunidad que lo desconoce. El arte sigue normas diferentes, de hecho el ideal es no tenerlas” (Vico, F. 2013, p. 425) Dentro de estas respuestas, alguno advierte que la mayor parte de avances tecnológicos ya están inmersos en la sociedad sin necesidad de mediador alguno. Carlos León (2013) plantea estas preguntas en su contestación: “¿Necesita un iPhone un mediador para llegar a la sociedad? ¿Y Google? Ambos son casos de ciencia y ambos crean cultura y son aceptados como tal” (León, C. 2013, p. 397)

En el lado opuesto, se encuentran los que ofrecieron una respuesta positiva (30,76%), mencionando que “el artista debería tener buenos conocimientos tecnológicos y una gran creatividad tanto para nuevos usos como para transmitir la tecnología al gran público” (Moriello, S. 2013, p. 415)

Aparece también el concepto de *cienciafobia*, posicionando la figura del artista como elemento fundamental para luchar contra esta.

La figura del artista capaz de hacerse propia la ciencia y crear algo que comunica, que plantea nuevas visiones de la realidad, y que puede funcionar como objeto aurático, puede ser central para luchar contra la cienciafobia de nuestra sociedad y conseguir que la ciencia también se vea como cultura (Casacuberta, D. 2013, p. 385)

A partir de aquí surgen respuestas de igual porcentaje (7,69%). Una de ellas anuncia el desinterés del arte por el mundo científico, denunciando como necesario un cambio en la sociedad en el aspecto de relacionar ciencia y cultura.

No parece que por el momento el mundo artístico tenga mucho interés por el mundo científico, por supuesto con sus excepciones. (...) Creo que es necesario un cambio en la sociedad en el aspecto de relacionar ciencia y cultura, una palabra que en la sociedad parece estar más ligada a conceptos más relacionados con el arte o las disciplinas más “de letras” (Alonso, A. 2013, p. 365)

Otra de las respuestas obtenidas (7,69%) versa sobre el desinterés de los políticos por la ciencia: “no es que la ciencia no se considere cultura, es que los políticos no creen en la ciencia, y por consiguiente no hacen nada para cambiar la situación. La mayor parte de nuestros políticos han estudiado derecho o económicas” (López, R. 2013). En esta línea de denuncia se encuentra otra de las alternativas de igual porcentaje, cuya opinión es que hay demasiados divulgadores, y muchos científicos mal pagados. Por último, aparece otra posibilidad que especifica que el artista mediador sería más un diseñador que un artista propiamente dicho. Sin embargo, es un hecho que el arte contemporáneo se construye con el conocimiento científico y tecnológico (entre otros). En la frontera de la indeterminación, es donde parece construirse el arte de nuestros días. Ese espacio intermedio entre las disciplinas derivado del ejercicio de la razón, de la aplicación de las categorías racionales con el fin de llevar a cabo una ordenación del mundo.

Para finalizar la entrevista, se les formula una cuestión globalizadora del tema a tratar: ¿cuáles son los objetivos de los investigadores en I.A. y cómo ven el futuro de esta disciplina? Un 23,07% persigue la máxima autonomía por parte de sistemas inteligentes, fijando el límite en la autoconsciencia del sistema y subrayando que no sabemos lo que es este término. “El límite está en la autoconsciencia del sistema y de momento no hay ningún indicio de que eso vaya a tener lugar” (Arroyo, M. 2013, p. 375)

En este grupo hay quien especifica que, dentro de esta autonomía, las investigaciones en I.A. buscan entender procesos biológicos complejos. Otra de las respuestas ofrecidas, con igual número de porcentaje (23,07%), tiene como objeto de investigación la creación de sistemas automáticos que exhiben inteligencia en diversidad de contextos. “Seguimos, como fin general, intentando disponer de sistemas automáticos que exhiban inteligencia, en distintos

entornos y situaciones” (Alonso, A. 2013, p. 366) Dentro de esta línea aparece también uno de los problemas a los que se enfrenta la I.A.: la adquisición de conocimientos de sentido común. “Poseer sentido común, es el requerimiento fundamental para que las máquinas actuales dejen de tener inteligencias artificiales especializadas y empiecen a tener inteligencias artificiales de tipo general” (López, R. 2013, p. 398)

Existe también la aparición de nuevas reglas de la mano de la ciencia y tecnología (7,69%). Se trata de una evolución conjunta entre humanos y máquinas, una nueva forma de evolucionar en la que la selección natural darwinista pierde protagonismo. En esta vía de pensamiento, pero aventurándose un poco más, se observa que, en muchos casos, las máquinas ya son superiores a los humanos (7,69%). Por último, otra posibilidad con un porcentaje igual al anterior (7,69%) versa sobre hasta qué punto los investigadores piensan en la transcendencia de los objetos inteligentes tanto en el espacio como en el tiempo. El encuestado continúa diciendo que los sistemas complejos dependen de las condiciones iniciales y no son deterministas.

Como ya se ha tratado anteriormente en esta tesis doctoral, y como recalca Raúl Arrabales (2013) en su respuesta, los sistemas inteligentes representan un nuevo camino de nuestra evolución que se desvía de la convencional teoría darwinista a este respecto. “(...) una co-evolución entre humanos y máquinas, una nueva forma de evolucionar en la que la selección natural darwinista pierde protagonismo y aparecen nuevas reglas de la mano de la tecnología y la ciencia” (Arrabales, R. 2013, p. 370)

La singularidad es otra de las hipótesis planteadas como consecuencia futura de la I.A. “El punto en el que las máquinas superarían a los humanos en inteligencia se conoce como ‘la singularidad’ y se prevé que ocurra sobre el 2150” (González, M. 2013, p. 390). Para Carlos León (2013), la posibilidad de singularidad está sobre la mesa aunque no existen datos de peso para asegurar que se vaya a llevar a cabo. “La singularidad en la

que las máquinas se vuelvan más inteligentes que los humanos es sólo una hipótesis futurista. Aunque nada lo impide, nada asegura que eso sea posible. No va a ocurrir en breve, eso casi seguro” (León, C. 2013, p. 398)

Ramón López (2013), uno de los investigadores más prestigiosos en I.A. de nuestro país, relata así el futuro de esta disciplina:

entre las actividades futuras, creo que los temas de investigación más importantes seguirán siendo el aprendizaje automático, los sistemas multiagente, el razonamiento espacial, la planificación de acciones, el razonamiento basado en la experiencia, la visión artificial, la comunicación multimodal persona-máquina y la robótica humanoide y animaloide; y en particular la robótica del desarrollo, inspirada en la psicología del desarrollo de Piaget (López, R. 2013, p. 407)

Si continuamos con la respuesta propuesta por López (2013), resulta interesante cómo también el campo de la medicina y farmacología utilizan la I.A. para realizar importantes avances en estos campos.

También en biología molecular y farmacología veremos un uso cada vez más intensivo de la I.A. Por ejemplo, muchos fármacos tienen efectos secundarios inesperados. (...)Pues bien, en lugar de esperar que estos beneficiosos efectos secundarios se descubran por casualidad, investigadores en farmacología aplican técnicas de I.A. para predecir qué fármacos ya existentes pueden tener otros usos terapéuticos (López, R. 2013, p. 407)

## 5. CONCLUSIONES

## 5.1. CONTRASTE CON LAS HIPÓTESIS

Las hipótesis bajo las cuales se articula la presente tesis son las siguientes:

- **La IA. es una nueva herramienta de creación artística. Si vamos más allá, los agentes racionales no vivos pueden ser considerados como creadores de la obra, poniendo en cuestión el replanteamiento de la llamada autoría.**

La consideración de un sistema experto como autor de una sinfonía o novela resulta sumamente problemático por el componente abstracto. Como apunta Kurzweil (2014), “esas son las creaciones más complejas de nuestro neocórtex y funcionan a través de metáforas” (Suárez, E. 2014. El mundo que viene. Recuperado de <http://www.elmundo.es/opinion/2014/01/10/52d0387d268e3ef3278b4572.html>)

La historia del hombre en general, y la del arte en particular, se caracteriza y clasifica en etapas evolutivas en función de la innovación de herramientas. Una de las últimas innovaciones en este campo ha sido la inserción de la I.A. en la disciplina artística. Mediante esta herramienta, numerosos artistas crean obras destinadas a interactuar con el visitante. Las obras, pese a actuar con cierta autonomía, funcionan por programación de su creador. El análisis de esta evolución hace pensar que se llegará a experimentar un proceso creativo similar al humano en una máquina inteligente. De hecho, ya existe el término *creatividad artificial*. Al igual que en la natural, se compone de dos procesos (en este caso computacionales): generador y evaluador. Así, los sistemas de vida artificial combinan ideas previamente conocidas.

En opinión de los expertos encuestados, el 100% opina que los organismos artificiales son creativos, basándose en la programación de sistemas generativos que generan razonamientos en base a reglas, y que gracias a una amplia base de

datos, realizan combinaciones de conocimientos y en ocasiones pueden manifestar un cierto grado creativo. Sin embargo, el problema actual en esta faceta de la I.A. es el grado de creatividad. Existe una serie de problemas que se irán resolviendo con el tiempo. Un ejemplo es la autoevaluación: falta que un programa sea capaz de evaluar su propia acción creativa.

Transgredir, romper las reglas e ir mas allá, se puede considerar un alto grado de creatividad aún por cumplir en sistemas no vivos.

Todo lo estudiado hasta el momento hace que sea plausible un futuro en el que sistemas de vida artificial sean considerados como los artífices indiscutibles de las obras de arte.

- **La creatividad basada en las tecnologías digitales ha propiciado la democratización del arte.**

Esta idea se completa doblemente en cuanto al propio proceso de elaboración artística y su posterior “distribución”.

La economía de medios y espacio a través de sistemas digitales posibilita la proliferación de creadores. Los medios están al alcance de más individuos. Por supuesto, el aumento de estas posibilidades, y por tanto de ejemplos artísticos, hace que en algunos casos se trate de meros ejemplos más que de obras de arte.

Pero esta democratización es entendida también en su contexto tras la creación, en los canales de distribución y exposición. El arte en red y la hiperconectividad de los medios tecnológicos propicia que las obras creadas en este ámbito estén al alcance de todos. Los grandes contenedores de los centros expositivos se transforman en algo no lineal y carente de espacio. Internet nos ofrece la posibilidad de crear discursos artísticos, pero también de compartirlos,



mostrarlos y encontrarlos.

- **El campo de las emociones es el que más está interesando a los investigadores y creadores de I.A.**

Se está generando un gran interés por inculcar a la máquina todo aquello que no se aprende, como son las emociones. Se trata de otro de los pasos de vital importancia para realizar un sistema que sea lo más parecido al ser humano y se comporte como tal, ya que el factor emocional está relacionado con la inteligencia. Así, Minsky (1986) sostiene que la cuestión no es si las arquitecturas inteligentes experimentan emociones, sino si estas máquinas pueden ser inteligentes sin emociones.

Las emociones juegan un papel muy importante en nuestra etapa de crecimiento y aprendizaje. Es por esto que se está trabajando para que los robots inteligentes aprendan mediante simulaciones hormonales (traducidas a parámetros de valores que suben o bajan niveles que afectan a otros parámetros internos y, consecuentemente, a la lectura de sensores.)

Lola Cañamero (2007), directora de Investigación de Sistemas Adaptativos de la Universidad de Hertsfordshire, trabaja en el campo de la I.A. y el sistema motivacional. Según la investigadora, “para que los robots sean autónomos, deben tener motivaciones internas para hacer cosas, porque no les decimos lo que tienen que hacer, deciden ellos mismos” (Cañamero, L. 2007. Programando las emociones. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ww0XLzy8uU>).

- **Los agentes racionales no vivos tienen o pueden llegar a experimentar alguna clase de sentimiento, consciencia o actuación no prevista.**

Debido al grado de dificultad de esta hipótesis, ha sido una de las cuestiones lanzadas a los trece expertos entrevistados. Frente a lo que pensaba al comienzo de la tesis, que veía esta posibilidad algo lejana, el 80% de los encuestados afirmaron que varios grupos de investigación han tenido ya éxito en la implementación del metaconocimiento en máquinas (el programa *Conciencia Artificial*, es un ejemplo que muestra varios niveles de conciencia, modulando un cierto “yo” interno). Estas tienen grados de libertad en su comportamiento. Parte de la problemática ante esta cuestión es la difícil delimitación y definición de autoconciencia o voluntad. Expertos como el encuestado Antonio Benítez (2013) destacan la necesidad de fijar primero estos términos. No siempre la filosofía de la mente o la psicología nos dan conceptos precisos.

- **Existe una clara relación entre creatividad e investigación en I.A.**

Esta relación alude a la tríada formada por ciencia, arte y técnica. Así, los productos artísticos pueden ser tomados como metáfora de visiones científicas de tipo reduccionistas. Es a través del ejercicio artístico que la producción tecnológica y científica adquiere significado. El biólogo y artista francés Louise Bec, entiende la actividad artística, como un ejercicio de experimentación del proceso perceptivo, de las emociones, de la memoria, del tiempo, de la formación de conceptos, de las relaciones entre personas, seres artificiales y máquinas.

- **Los nuevos productos estéticos de la ciencia.**

René Berger (2006) sostiene que, “toda técnica tiene una dimensión estética, que influencia tanto nuestra sensibilidad como nuestra imaginación y fantasías” (Berger, R. 2006. No linealidad: Inteligencia Artificial, arte cibernético y biología.

Recuperado de [http://www.ehu.eus/netart/alum0506/ainhoa\\_diaz/inteligenciaartificial.htm](http://www.ehu.eus/netart/alum0506/ainhoa_diaz/inteligenciaartificial.htm)). Este hecho se ha constatado a través de obras artísticas que presentan una apariencia cercana al mundo científico y tecnológico, llegando a desdibujar la frontera de lo racional y el arte (en cuanto a estética se refiere).

- **Todos los seres somos emocionales.**

En una realidad racionalizada al máximo. Humberto Maturana (2013) lleva a cabo una reivindicación de las emociones. Para el pensador chileno, no somos seres racionales sino emocionales. Nos valemos de sistemas racionales para explicar nuestras acciones. Bajo esta articulación se ha dado parte del título de la presente tesis doctoral, tomando las emociones como base de nuestra razón de ser.

- **Las aplicaciones de la I.A. conllevan un cambio en la sociedad.**

Los sistemas inteligentes tienen un alto grado de interactividad con el usuario. Este debe comportarse de una manera determinada cuando utiliza algún aparato inteligente. Muchos de estos agentes han sido creados con un alto grado de similitud respecto a la forma de ser e interactuar del hombre, lo que provoca un sentimiento de empatía. Todo esto evoluciona hacia la rama emocional de la I.A. Se están creando robots inteligentes con capacidades perceptivas como las humanas, capaces de simular y entender el lenguaje natural.

Sherry Turkle, profesora del Programa de Ciencia, Tecnología y Sociedad del MIT, investiga el impacto de la tecnología en la identidad humana y en la sociedad, considerando la comunidad virtual como un subproducto de la cultura de la simulación, comenzando un nuevo camino de interrelación con los

ordenadores, sobre los que proyectamos nuestros estados emocionales, y esta manera es única, sólo se presenta así en los medios virtuales.

- **Por primera vez en la historia de la tecnología se están creando máquinas de comportamiento sensible.**

Son sistemas que no sólo cumplen tareas funcionales, sino que también despiertan un sentimiento de empatía en el usuario. Presentan un comportamiento y reacciones similares a las humanas. A la hora de realizar las tareas, el robot tiene en cuenta a las personas, actuando de una manera compleja y con matices. Este modo de proceder es necesario para una persona que espera una respuesta y comportamiento sensible, llevándose a cabo una comunicación altamente eficaz, y produciéndose un apoyo social y de cuidado.

- **La necesidad de incluir errores conscientes en robots para semejar su comportamiento al nuestro.**

Está en nuestra propia condición el hecho de cometer errores, y también la capacidad para enmendarlos. Por eso, tras haber alcanzado gran precisión en cuanto a capacidad de cálculo y medición en agentes no vivos, se investiga en la procura de que cometan errores de forma consciente y sean capaces de solucionarlos. La imperfección en robots supone un paso más hacia nuestra semejanza y empatía. Ray Kurzweil (2014) explica que la inteligencia artificial tendrá en realidad que bajar su nivel para no ser fácilmente identificada como superior a la inteligencia humana. Y por eso, en las creaciones computacionales más recientes, se están incluyendo de manera premeditada cualidades biológicas como la aleatoriedad, la imprecisión, el azar o la imperfección.

- **Los múltiples avances científicos conllevan un alto grado de ignorancia respecto a los mismos.**

Esta ignorancia tiene mucho que ver con nuestra organización de conocimientos y, muchas veces, con la falta de una educación de nociones científicas básicas. En el caso concreto de España, las enseñanzas en materias de ciencia son relegadas a unos pocos alumnos que desean este tipo de especialización.

En las entrevistas realizadas se ha incluido una pregunta a este respecto. Ramón López (2013), uno de los encuestados, hace referencia a este problema denunciando que la mayor parte de los estudiantes de secundaria se decantan por los estudios de humanidades lo que refleja el desinterés general de la sociedad hacia los avances científicos, mientras que en países como China o India, el 70% de los estudiantes que ingresan en la universidad, lo hacen para realizar carreras de ciencias. Continúa exponiendo cómo hasta el momento no ha cambiado el panorama en nuestro país, achacando el problema a los políticos, ya que no creen en la ciencia. La mayoría provienen de carreras como derecho o económicas.

- **El arte como modelo para la ciencia, funcionando en algunos casos como crítica y apareciendo nuevos significados cuando los elementos científicos son utilizados en otros campos.**

La producción artística que habla sobre la ciencia, pero también desde la misma; esto es, crear piezas con conocimientos suficientes sobre el mundo científico, no sólo de herramientas, sino también de conceptos. Asimismo se produce una crítica de la experiencia científica y, además, una aportación de conocimientos por parte de la práctica artística, que abre nuevos horizontes y

vislumbra posibilidades diversas. Otras veces sólo juega a construir con lo que la ciencia le da, pero este juego o suerte de pequeños experimentos siempre replantea lo estipulado y rígido que pueden llegar a ser los límites que impone la ciencia.

En esta complicada relación del arte con la cienciotecnología, se corre el peligro de supeditarse exclusivamente a la ciencia y sus márgenes, sin generar capacidad crítica alguna. La racionalidad puede ser uno de los motivos para que las piezas artísticas no generen ningún discurso, relegando su función a la de ilustrar.

- **La consideración de la máquina como autor.**

Es obvio que las computadoras llevan años participando en el campo del arte. Tras ser asumido ese papel, comienza la tendencia a sopesar que ya no sólo cumplen la función de intérpretes, sino que se abre la posibilidad a que sean considerados como los propios creadores del producto artístico. En este complejo y dudoso papel intervienen los conceptos de autogestión, inteligencia, creatividad y percepción de los sistemas emergentes.

Por lo visto hasta ahora, quizás haya que esperar algún tiempo para que esta posibilidad se convierta en afirmación y se establezca un consenso generalizado. Por el momento existen numerosos detractores que sostienen que la máquina lleva a cabo las órdenes que el artista estipula; pero se ha comprobado con ejemplos como *Head* (Ken Feingold) que, partiendo de las coordenadas preprogramadas de la computadora, esta aporta un comportamiento más o menos novedoso, jugando con el azar y la capacidad de emitir respuestas impredecibles.

## 5.2. CONCLUSIONES GENERALES

Una de las conclusiones a las que se ha llegado tras la realización de esta tesis doctoral es el replanteamiento del modelo simple de comunicación: emisor que transmite un mensaje a un receptor (emisor-receptor). A través del estudio de sistemas de inteligencia artificial se ha evidenciado la exigencia de crear estos agentes de la forma más parecida posible a nuestros procedimientos de gestión de información, a nuestra manera de procesarla. El *Test de Turing* es un ejemplo de esta necesidad, que en última instancia lo que nos está mostrando es un nuevo planteamiento del esquema de comunicación. Para que se lleve a cabo un acto de comunicación hacen falta “dos cerebros”: el emisor ya no es uno, sino dos. Cuando una entidad emite una información, para que este acto adquiera sentido, es necesario que el receptor “entienda” ese mensaje. Si un emisor ofrece un mensaje que no puede ser procesado por el receptor, el acto comunicativo no se lleva a cabo con éxito. Si un individuo (o computador) le habla a otro sobre el mar, es necesario que la otra persona (o máquina) sepa lo que es el mar, que esté en su mapa conceptual, lo haya visto u obtenido algún dato al respecto. De lo contrario, no entenderá lo que le está transmitiendo.

Como consecuencia de todo esto, la aplicación cada vez más amplia de la I.A. implica una serie de cambios en nuestro entorno. Uno de los más significativos atañe a la eficiencia en el ahorro energético, reducción del tiempo de realización del trabajo, automatización de sistemas cada vez más complejos, así como un conocimiento profundo de lo real a través de los sistemas de medición y análisis. Todas estas características hacen referencia a los prefijos “pseudo” (pseudovida), “super” (supermedición) e “hiper” (hiperrealidad), que definen nuestra época actual llamada posmoderna. En el caso de este último, hace alusión al exceso. Muchas tendencias de la vida del siglo XX han sido llevadas al límite del desarrollo de modo que han llegado a revelar su propia antítesis, como apunta Epstein (2004).

Se ha creado un producto con el propósito de facilitar (preservar) la vida humana y su evolución. Al mismo tiempo se produce una interactividad física y virtual del ser humano y

los nuevos medios, que ya forman parte de nuestro esquema de realidad; lo que nos remite al término de hiperrealidad, acuñado por Umberto Eco y Jean Baudrillard, en el que ambos concuerdan en la desaparición del concepto clásico de realidad en favor de uno nuevo, bajo la visión de la tecnología de los medios de comunicación y, más recientemente, de la I.A. Esta acaba por crear su propia realidad gracias a una medición al detalle de nuestro entorno que escapa a las posibilidades de percepción humanas.

Ya casi al final de esta investigación se advierte la incapacidad de la ciencia actual y sus mecanismos para acotar, definir y medir la I.A. en su concepción más amplia y profunda, como los conceptos de *autopoiesis*, consciencia, ego, conciencia, voluntad, creatividad, autorreplicancia y emergencia. Esto explica la irrupción del arte en este campo, de la necesidad de completar, explicar, reflexionar y cuestionar los aspectos que la ciencia no alcanza.

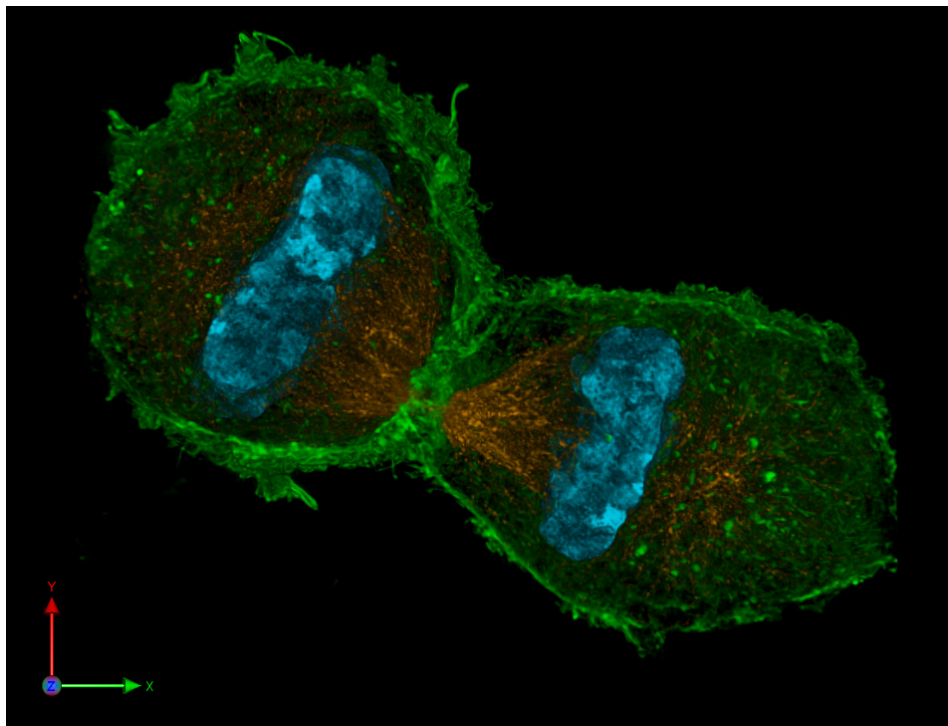
Tras tener en cuenta las teorías sobre las que se basa este trabajo, hemos llegado a la conclusión de la concepción de I.A. como fruto de la evolución humana.

Mediante la creación de inteligencia de manera artificial se investiga el funcionamiento del propio cerebro humano, del que aún no se conocen muchas cuestiones, pese a que ya estamos en el camino de construirnos a nosotros mismos.

Después de haber dedicado gran parte de esta tesis doctoral al estudio y funcionamiento del cerebro como base operadora de múltiples funciones y para entender cómo operan los sistemas artificiales, se ha llegado a la conclusión de que quizás ese camino no es del todo acertado. Cabe la posibilidad de que centrar todo alrededor de las actividades cerebrales nos haga no contemplar otras opciones. Puede que tampoco sea acertado relacionar *in extremis* el cerebro y la inteligencia. Existe la tendencia general a pensar que es un órgano imprescindible para que se pueda llevar a cabo un comportamiento inteligente, pero debemos ampliar los límites de concepción de la inteligencia con una definición más globalizadora que implique la



consideración del metabolismo como muestra de posible inteligencia. En esta línea de pensamiento, Maturana y Varela (2006) proponen una teoría de la cognición que implica un proceso vital completo que no precisa de un cerebro, así como de un sistema nervioso. Emociones, percepción y comportamiento son, según estos dos biólogos, suficientes para generar una actividad inteligente. La teoría de la *autopoiesis* determina que los sistemas biológicos se adaptan al entorno mediante intercambio de información con el mismo, que provoca las transformaciones estructuradas del sistema, sin embargo no los dirige ni especifica.



**Figura 108.** Imagen del proceso de mitosis de una célula (2009), Lothar Schermelleh. Se trata de un ejemplo de sistema autopoietico representado en 3D de una célula viva durante el proceso de mitosis.  
Recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Autopoiesis>

De hecho, sus propios autores, llegan a definir este proceso estableciendo una metáfora entre una máquina y un sistema vivo.

Una máquina autopoietica es una máquina organizada (definida como una unidad)

como una red de procesos de producción (transformación y destrucción) de componentes que: a través de sus interacciones y transformaciones continuamente regeneran y realizan la red de procesos (las relaciones) que los han producido, y la constituyen (la máquina) como una unidad concreta en el espacio en el que ellos (los componentes) existen especificando el dominio topológico de su realización como tal de una red (Maturana, H., Varela, F., 1973, p. 78)

El metabolismo, pues, puede ser considerado como muestra de inteligencia. A través de él se realizan transformaciones de ciertas sustancias para ayudar a los organismos a cumplir sus funciones vitales. Así, bajo un punto de vista conexionista, entenderemos la inteligencia como un hecho adaptativo. A partir de ahí, existe una graduación en cuanto a nivel de complejidad en organismos vivos y agentes artificiales. Por lo tanto, podemos considerar que una planta es inteligente. Posee cierta inteligencia, con mayor o menos grado de complejidad y sofisticación, pero compartiendo un mismo propósito de adaptabilidad.

A lo largo de la tesis presentada, he dedicado especial atención a la importancia de la concepción de ciencia y arte como un todo, máximo presupuesto de la Grecia clásica, y que puede ser considerado como la esencia de la I.A. Este binomio es el que actualmente origina obras que acogen los avances científicos y tecnológicos, produciéndose un arte que dialoga e interactúa con el espectador, que incluso lo necesita para que se lleve a cabo el acto artístico.

Otra de las deducciones remarcables es que aunque se ha comprobado que determinadas “coautorías” guiadas por un artista pero en colaboración con arquitecturas inteligentes no han tenido un resultado exitoso, sí han puesto de manifiesto un cambio en el panorama artístico y social, contribuyendo al inicio de la reformulación del concepto de creador y también de espectador. La originalidad en los ordenadores viene dada gracias al *feedback* que establecen con el entorno en relación a sus algoritmos internos, y así se producen variaciones. Falta por completar el concepto de creatividad en máquinas con respuestas inéditas por parte de

programas informáticos. La sinergia que se establece entre la máquina y el hombre abre nuevos caminos de posibilidades creativas, al ofrecer herramientas no existentes hasta el momento. Pero, ¿cómo se mide el nivel de creatividad? La semántica del término va evolucionando junto con la tecnología.

Muchos ven cumplida la creatividad computacional en el *Test de Turing*. Sin embargo, como apunta el profesor Hoffman (2013), debemos tener en cuenta que la actividad humana se basa en cometer errores y enmendarlos, es importante implementar esta constante en agentes sintéticos.

### 5.3. APORTACIONES

Aportar algo en un mundo tan técnico es tarea complicada, cuánto más si no se parte de una formación de ciencias. Por eso carece de sentido pretender sumar conocimientos técnicos que mejoren sistemas creativos. Esta investigación ha supuesto el surgimiento de diferentes preguntas. Se trata de una disciplina muy reciente, que avanza a pasos agigantados y en la que se carece muchas veces de reflexión sobre las consecuencias que estos avances llevan consigo. Existe en muchos casos un sinfín de respuestas en los agentes inteligentes; sin embargo, no se han formulado los suficientes interrogantes. El resultado es una sociedad que convive con una tecnología que aún no ha podido asimilar de manera consciente. Lo mismo ocurre con el arte: creadores que conforman obras a través de códigos binarios, biotecnologías, sistemas complejos de datos, códigos y chips, y que dependen de la interpretación del espectador para que cobre sentido.

Para entender todo esto no se requieren conocimientos técnicos específicos ni acotaciones delimitadas, sino una visión global, la esencia de nuestra propia condición.

Es necesario que entendamos por qué hemos llegado a clonar sistemas vivos, qué nos ha llevado a realizar implantes eléctricos en nuestros propios cuerpos, que un robot nos opere o que una máquina provoque en nosotros fuertes sentimientos.

En el campo de las emociones, el otro concepto que se ha estudiado, se produce un análisis de los precedentes y actuales modelos artificiales que se guían por ellas. La implementación de este aspecto en sistemas informáticos ha servido para ahondar en la naturaleza y función de las emociones humanas y animales. Surge también la cuestión de por qué estamos creando robots a nuestra imagen y semejanza, por qué características como la empatía son tan necesarias para nosotros. Existe una paradoja en el hecho de que aún no hemos sido capaces de utilizar apenas el veinte por ciento de nuestra capacidad cerebral; sin embargo, hemos creado agentes que nos superan enormemente en capacidad de cálculo y memoria. Seguimos avanzando y también perseguimos el que esos sistemas tengan sentimientos, sensaciones, incluso voluntad. Este hecho se ha expuesto en el presente estudio como consecuencia de nuestra propia evolución; un desafío a la evolución biológica, sumamente lenta y con un sinfín de limitaciones. Se están traspasando barreras que hasta ahora eran inimaginables. Con todo esto se empiezan a cuestionar teorías intocables hasta el momento: Darwin (Teoría de la Evolución), Descartes (*cogito ergo sum*) y otros muchos que siguen siendo referentes; pero somos conscientes de que la mayor parte de estas teorías se han ido desmontado.

La opinión de expertos, mediante las entrevistas, evidencia la importancia de distinguir la I.A. débil de la fuerte. Según esta última, las computadoras podrán llegar a pensar como un humano, incluso poseer autoconciencia. Se ha querido reflejar estas dos vertientes ideadas por Searle.

El arte es el otro concepto que se ha replanteado continuamente desde su comienzo hasta hoy en día. El siglo XX supuso una explosión de nuevas vertientes que redefinía el campo artístico, planteando qué era y qué no era arte. A finales del siglo pasado, cuando ya se asumía prácticamente lo que implicaba el arte conceptual, irrumpe en este campo la I.A., lo que supone toda una revolución tecnológica, tanto de aspecto formal

como de contenido. Replantea la figura del creador: ¿el creador es el artista humano o el sistema inteligente que ejecuta la acción lo es de igual manera? Reformula el juego entre objeto artístico y espectador. Muchas veces, este tipo de arte se ve como una acción científica, un objeto tecnológico. La línea entre arte y ciencia se difumina y empezamos a dudar en dónde empieza una y acaba otra. Sin embargo, tras el estudio realizado, parte de los encuestados opinan que el arte no tiene nada que aportar a la ciencia y tecnología; más bien ocurre al contrario. El arte de sistemas de vida artificial se aprecia, en muchos casos, como sistemas tecnológicos descontextualizados.

Por tanto, como aportaciones más relevantes y originales de la tesis presentada se encuentran las siguientes:

- Evidencia y recalca la importancia de las emociones en sistemas artificiales para poder acercarlos a nuestro comportamiento y conseguir así un tipo de interactividad completo y lo más natural posible.
- El enfoque multidisciplinar elegido que aporta una visión unificadora y global de nuestra condición que aúna el arte, la ciencia y la tecnología, apuesta por un cambio en la manera de aprender actual que segmenta el conocimiento en disciplinas. Esto tiene como consecuencia un conocimiento y concepción del mundo incompleta, posicionándose en una percepción diferente, dependiendo de si el individuo posee una formación científica o de humanidades.
- Este estudio desarrolla el papel necesario del arte, presentando la figura del artista como mediador entre los avances tecnológicos y la sociedad, explicando y traduciendo informaciones indescifrables para la mayoría de ciudadanos e invitando a la reflexión y mostrando diferentes puntos de vista de un acto científico, presentado *a priori* como algo cerrado e inmutable.

- Han sido recopiladas y analizadas las concepciones más significativas que atañen al tema central de la I.A., provenientes de psicólogos, científicos, filósofos, artistas, pedagogos, etc. Además, del planteamiento de preguntas específicas de investigadores en esta disciplina, pero pese al gran número de personalidades que han tratado este tema, están correctamente representadas las diversas áreas de conocimiento elegidas para situar la I.A. en un puesto desde el que poder establecer una relación entre las formas artísticas contemporáneas y los avances tecnológicos.
- Las aportaciones finales junto con el balance que se recogen, tanto a nivel teórico como práctico de la incursión de la I.A., permiten advertir al lector en qué momento de nuestro sistema evolutivo nos encontramos, que hemos sido capaces de superar nuestras barreras biológicas y hacernos cargo de nuestra evolución, alterando los tiempos. Gracias a esta contextualización, podemos hacernos una idea general de hacia donde avanzamos y poder trazar a grandes rasgos el futuro que estamos construyendo.

#### 5.4. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A partir del trabajo realizado hasta ahora, se abren una serie de líneas de investigación. La singularidad (momento en el que desaparecerán las diferencias entre la inteligencia biológica y artificial) es el término que mejor engloba el devenir tecnológico que nos espera, y por su completo compendio de conocimiento, es la línea a investigar a partir de esta tesis. El tratar el tema de la I.A. lleva inherente el transcurrir del tiempo y sus consecuentes avances. Pero el ritmo tecnológico es más rápido de lo que creemos. La llamada *Ley de rendimientos acelerados* de Kurzweil (2011) nos dice que, cuando la tecnología se convierte en información, su proceso se acelera

exponencialmente (es decir, dobla su potencia cada año), y por lo tanto este crecimiento exponencial hace que en un periodo de quince años podamos vivir la reprogramación de genes. Kurzweil (2011) también aventura que en aproximadamente 21 años las máquinas habrán dominado por completo la inteligencia emocional; que serán divertidas y les podremos hablar. En veinte o treinta años acabaremos por introducir componentes tecnológicos en nuestro cerebro que interactuarán con las neuronas. Y se adentra más en este tema, vaticinando que en el año 2040 la mayoría de lo que habrá en nuestros cerebros no será biológico: seremos algo parecido a los ordenadores.

Estamos, pues, ante un momento de transición en la historia de la vida. Empezamos a controlar los procesos biológicos y a conocernos de una manera profunda. Es incuestionable la importancia de proseguir la investigación por estos derroteros. Según Gregory Stock (biofísico, visionario, empresario biotecnológico y ex director del Programa de Medicina, Tecnología y Sociedad de la Facultad de Medicina de UCLA) estamos ante el segundo hito de la Historia. El primero tuvo lugar hace 700 millones de años, cuando las células se unieron para crear los primeros seres pluricelulares. Ese segundo hito, es la actualidad, en la que la tecnología y nuestras mentes están formando una estructura mayor a escala planetaria. Es por tanto necesario estudiar la complejidad de lo biológico, así como la complejidad de la revolución tecnológica. El sustrato biológico se sustituirá por componentes artificiales, que conforman la redefinición de un ser nuevo. El deseo de trascender la mortalidad humana es lo que nos lleva a seguir el camino que se ha tomado.

La implementación de chips de silicio en nuestro cerebro conlleva una reformulación de la apreciación de la realidad, ya que es el cerebro el que la construye; y si es alterado, también lo será esta. Es importante investigar los cambios que se producirán en cuanto a la llamada realidad virtual.

Lo mismo ocurrirá con el arte, y en concreto con el concepto de creador, artista o

autoría. Esta es la segunda gran línea de investigación.

Como se ha comentado anteriormente, el concepto de creatividad está en proceso de adaptación a la revolución tecnológica, que también se lleva a cabo en el panorama artístico. Así pues, se seguirán estudiando ejemplos de sistemas inteligentes hasta conseguir demostrar que estos agentes pueden llegar a ser los artífices de la obra.

Por tanto, durante el análisis de contenidos que han desembocado en los resultados vertidos, han funcionado a su vez a modo de verificadores de premisas. También se realizaron cuestionarios a expertos en I.A. capaces de dar explicación a la posibilidad de que una arquitectura inteligente alcance cierto grado de creatividad y muestre un comportamiento guiado por emociones. Por tanto, las líneas futuras de investigación serán:

- La investigación de relaciones socio-afectivas entre una persona y una máquina.
- La verificación de sistemas artificiales que crean arte.

Al mismo tiempo, existen algunos resultados aún por considerar en la investigación presentada que serán de gran ayuda para concluir de un modo más preciso. Un cierto grado de creatividad por parte de sistemas artificiales es patente, ya que diversos ejemplos mostrados en esta tesis lo corroboran. Sin embargo, se intuyen una serie de cuestiones aún por tratar:

- La evidencia de robots como autores de piezas artísticas.
- La posibilidad de llevarse a cabo una interactividad completa y empática en el entorno virtual, así como el estudio de la tecnología y las relaciones interpersonales.
- La necesidad del arte como mediador entre los avances tecnológicos y los seres humanos, a modo de traductor de los nuevos productos científicos y



- las responsabilidades y consecuencias que entrañan.

El siguiente paso será analizar los casos y ejemplos reales de robots “artistas” así como los robots de compañía (actualmente en auge en países como Japón o Taiwan), teniendo en cuenta que los avances en robótica serán la principal vía fiable para determinar los consensos sobre el grado de creatividad en máquinas así como la empatía que estas despiertan.

## 6. DISCUSIÓN

## 6.1. ANÁLISIS CRÍTICO

La I.A., pese a que lleva más de cincuenta años vigente, sigue resultando un tema novedoso y controvertido. La presente investigación no ha pretendido analizar esta disciplina desde un punto de vista técnico ni práctico, sino llevar a cabo un acercamiento al término desde la reflexión y unión de diversos conceptos que, a mi entender, conforman este mundo informático. Se trata de un análisis sobre los sistemas inteligentes en su relación con la actividad artística y los usuarios.

Existen múltiples interpretaciones y variables en el mundo del arte convencional, cuánto más en el marco de la I.A. expresiva. En ambos casos, los receptores y el propio autor pueden llegar a crear diferentes objetos artísticos a través de su interpretación. Precisamente esa es una de las importantes novedades que introdujo el arte conceptual. Así, pese a que los agentes artificiales pertenecen al mundo de la ciencia (más o menos cerrada en cuanto a definiciones y conceptos, y que muchas veces muestra una verdad única), el arte admite cuestionar estas verdades y caminos cerrados. Permite que el público aporte al objeto, y por tanto se traspasan barreras y se abren posibilidades que en muchos casos no habían sido imaginadas. Todo esto ocurre porque en el arte no existen leyes.

Mediante los estudios que se han llevado a cabo en la materia por parte de filósofos, biólogos, lingüistas, psicólogos, etc., y que se recogen en esta tesis, se ha producido una reformulación de conceptos como evolución, arte, público, creatividad, autoría, auténtico o sistema vivo. Todas estas definiciones no se encontrarán acotadas mediante una frase, sino que el conjunto de toda la investigación ofrece las claves para repensar nuestra propia condición.

A lo largo de este estudio se ha comprobado, mediante ejemplos como *Kismet* o *Simon*, que la implementación de emociones en sistemas informáticos ya se ha alcanzado. Vemos en cambio que la voluntad, los sentimientos o la autoconciencia aún

no son considerados una realidad categórica por parte de los expertos; y así queda reflejado en las entrevistas realizadas a investigadores en la materia: no se ha producido una afirmación rotunda de esta posibilidad. Sin embargo, prácticamente todos sostienen que es cuestión de tiempo que se pueda llegar a este fin. Es importante, pues, que se vislumbre un futuro humanizado plausible en el entorno informático y se deseche el prejuicio común: los robots no tienen sentimientos. Esta posibilidad alberga la cuestión de si la I.A. necesita sentimientos. Desde luego, sí son necesarios para completar una relación dinámica con los seres humanos.

Se ha observado una constante dificultad a la hora de tratar este tema. La problemática ha sido estudiada desde Platón, pasando por Descartes y Hobbes, hasta la actualidad, en la que la propia psicología de las emociones aún está en vías de consenso. Una rama tan multidisciplinar como la de sistemas artificiales conlleva ramificaciones dentro de una misma teoría. Un filósofo no analiza de igual manera un comportamiento emocional artificial que un psicólogo conductista.

Frente a este panorama, la meta del presente estudio ha sido analizar el contexto de desarrollo de robots emocionales y creativos, e intentar nombrar el mayor número de antecedentes y teorías al respecto, desde la localización de las emociones en el cerebro hasta la psicología cognitiva.

## 7. APLICACIONES

El estudio de esta disciplina informática tiene diversas aplicaciones a nivel teórico y práctico. Indagar en el mundo de la I.A., concretamente en los sistemas creativos, proporciona a cualquier lector las claves para observar y entender las nuevas maneras que tiene el ser humano de vivir y crear la realidad. Sin olvidar que el ojo humano alcanza a ver menos del 1% de la realidad que nos rodea. Así, la tecnología y la imaginación pueden ayudarnos a desvelar el otro 99%.

Las aplicaciones de esta investigación se presentan en dos grandes bloques. El primero está relacionado con las aplicaciones teóricas, es decir, con las aportaciones que este tipo de estudio podría aportar en el campo de la investigación. Por otra parte, está el bloque correspondiente a las aplicaciones de carácter práctico. Los resultados del análisis sobre las relaciones que se establecen entre agentes artificiales que se mueven por emociones dan como fruto diferentes prácticas a nivel pedagógico.

### **7.1. APLICACIONES TEÓRICAS**

Las relaciones entre comportamientos de sistemas artificiales y humanos, se han tratado en numerosas ocasiones. El conductismo y la neurociencia son la base de estudio de las propiedades en redes neuronales artificiales. Pese a que hay numerosas investigaciones al respecto, existe una serie de funciones dentro de la psicología cognitiva que apenas se tratan: consciencia, razonamiento, aprendizaje. Se han analizado todas estas facetas (que están en pleno desarrollo) dentro del campo de la I.A. mediante entrevistas a expertos en la materia, todos ellos de perfiles diferentes y que han aportado coincidencias en respuestas, algunas de ellas novedosas.

Un estudio de este tipo de cualidades en máquinas evidencia las nuevas maneras de evolución del ser humano y de manifestar la realidad, así como recientes formas creativas en el arte. Se evidencia una visión fresca de replantear los procesos biológicos conocidos hasta el

momento.

Las acciones creativas derivadas de los avances tecnológicos redefinen el concepto de creación y autor. Son estudiadas de manera individual, para luego tratarlas en su conjunto. Tras conocer el proceso creativo y funcionamiento de comportamientos inteligentes artificiales, es posible analizar el mensaje de este nuevo tipo de arte y las repercusiones sociales que se derivan.

Los tratados sobre I.A. nos han mostrado cómo avanza la sociedad y hacia dónde se dirige. Dentro de esta visión global se ha seleccionado el cuerpo de información referente a lo emocional y creativo, que son quizás los aspectos más humanos y difíciles de implementar en un ordenador.

## **7.2. APLICACIONES PRÁCTICAS Y PEDAGÓGICAS**

Cuando nos enfrentamos a estudios teóricos sobre una disciplina tan tecnológica y práctica como es la I.A. surge la cuestión de para qué sirven estos análisis ideológicos. A nivel pedagógico las aplicaciones son innumerables, teniendo en cuenta que colegios, institutos, museos, universidades, asociaciones, etc. apenas realizan actividades educativas en torno al conocimiento de sistemas de inteligencia artificial. Además no existen asignaturas dirigidas a analizar el proceso evolutivo actual (más allá de Darwin o Lamarck) que permitan ser conscientes de nuestra propia condición. Es por todo esto que considero de vital importancia difundir estos aspectos.

Convivimos diariamente con todo tipo de aparatos inteligentes sin prácticamente saber cómo hemos llegado hasta aquí y qué significado tiene este tipo de interacción. El comprender todo esto, junto con el tipo de arte que se está realizando a través de sistemas inteligentes, proporciona ejemplos didácticos y pedagógicos que contribuyen a desarrollar los procesos creativos de los alumnos (tanto adultos como niños). Además de todo lo expuesto,

ofrece las herramientas necesarias para realizar un análisis taxativo sobre la esencia de la sociedad tecnológica.

Como se comentó al principio de esta tesis, el objetivo básico es mostrar el efecto simbiótico y sinérgico de arte, ciencia, tecnología, biología, filosofía, etc. No se trata de hacer un estudio pormenorizado a nivel técnico, demasiado complejo y concreto, sino de exponer una amplia información que toca diversos campos y que los relaciona conformando un todo, ya que la I.A. es la disciplina en la que confluyen todas estas ramas.

En otros países como EE.UU. o Japón, hace tiempo que se vienen desarrollando grupos de investigación y de creación multidisciplinares. México es otro ejemplo: en este país se ofertan asignaturas de creatividad para estudiantes de medicina. España ofrece un sinfín de posibilidades a la hora de aplicar esta metodología, ya que hasta el momento apenas se practica. Existe aquí una delimitación y separación muy marcada entre ciencias, letras y arte. En esto radica la importancia de estudiar y utilizar sistemas inteligentes y crear nuevos sistemas de trabajo pedagógico a todos los niveles: escolar, universitario, institutos, ámbito museístico, etc.



## 8. FUENTES

**8.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Algora, M., De Vicente, J. (2008). *Máquinas y almas. Arte digital y nuevos medios*. Madrid, España: MNCARS.
- Aron, J. 2011. Shotware tricks people into thinking it is human. Recuperado de <http://www.newscientist.com/article/dn20865-software-tricks-people-into-thinking-it-is-human.html>
- Arrabales, R. 2012. La conciencia artificial se propone superar el reto de la mente humana. Recuperado de <http://www.technologyreview.es/informatica/39643/>.
- Arrabales, R. Nuevos pasos hacia la construcción de máquinas conscientes. Recuperado de [http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad\\_cientifica/noticias/conciencia\\_maquinas](http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/actualidad_cientifica/noticias/conciencia_maquinas).
- Baudrillard, J. (2002). *La ilusión vital*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI.
- Baudrillard, J. (2010). *El sistema de los objetos*. Madrid, España: Siglo XXI.
- Berdión, C. (2013) Monólogo genial: Roy Batty (Nexus 6) en Blade Runner (Ridley Scott) EE.UU. 1982 (actualizado). Disponible en <http://ciencia-ficcion.blogspot.com.es/2008/10/monologos-geniales-roy-batty-nexus-6-en.html>
- Berger, R. 2006. No linealidad: Inteligencia Artificial, arte cibernético y biología. Recuperado de [http://www.ehu.eus/netart/alum0506/ainhoa\\_diaz/inteligenciaartificial.htm](http://www.ehu.eus/netart/alum0506/ainhoa_diaz/inteligenciaartificial.htm)
- Brea, J. 2005. La conquista de la ubicuidad. Recuperado de <http://www.march.es/conferencias/anteriores/voz.aspx?p1=2410>
- Cañamero, L. 2007. Programando las emociones. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ww0XLYzy8uU>
- Cañamero, L. 2010. NAO: el robot que se comportará como un niño y expresará sus emociones. Recuperado de <http://hipertextual.com/archivo/2010/08/nao-el-robot-que-se-comportara-como-un-nino-y-expresara-sus-emociones/>
- Cerdeira, C. 2014. Asoy 1, un robot con sentimientos creado en España. Recuperado de

Recuperado de [http://www.huffingtonpost.es/2014/04/01/emociones-humanas-fotos-\\_n\\_5067316.html](http://www.huffingtonpost.es/2014/04/01/emociones-humanas-fotos-_n_5067316.html)

- Chella, A. 2012. La conciencia artificial se propone superar el reto de la mente humana.

Recuperado de <http://www.technologyreview.es/informatica/39643/pagina2/>

- Choza, J. (2003) *Sentimientos y comportamiento*. Murcia, España: Quaderna Editorial.

- Choza, J. (2011) *Historia de los sentimientos*. Sevilla, España: Thémata.

- Deutsch, D. (2011). *El comienzo del infinito: explicaciones que transforman el mundo*. Barcelona, España: Biblioteca Buridán.

- Donaire, P. 2009 Hans Vaihinger, la ficción de la vida. Recuperado de <http://bitnavegante.blogspot.com.es/2009/01/hans-vaihinger-la-ficcin-de-la-vida.html>

- Duchesne, J. (2009) *Comunismo literario y teorías deseantes: inscripciones latinoamericanas*. La Paz, Bolivia: Plural editores.

- Elías, J. 2014. Inteligencia Artificial aprende a jugar a videojuegos, y después derrota a humanos contundentemente. Recuperado de [http://www.eliax.com/index.cfm?post\\_id=10905](http://www.eliax.com/index.cfm?post_id=10905)

- Essa, I. (1995) Research Description (as of Jan 1995) Recuperado de <http://alumni.media.mit.edu/~irfan/>

- Freud, S. (1977) *Tótem y Tabú*. Madrid, España: Alianza.

- Gache, B. 2004. Arte y máquinas en el siglo XX. Recuperado de <http://findelmundo.com.ar/belengache/artemedios.htm>).

- Giannetti, C. 1997. Estética de la simulación. Recuperado de [http://www.artmetamedia.net/pdf/1Giannetti\\_EstSimulacion.pdf](http://www.artmetamedia.net/pdf/1Giannetti_EstSimulacion.pdf)).

- Gianetti, C. 1998. Ars telemática. Telecomuniación, internet y ciberespacio. Recuperado de [http://www.artmetamedia.net/pdf/3Giannetti\\_ArsTelematicaIntro.pdf](http://www.artmetamedia.net/pdf/3Giannetti_ArsTelematicaIntro.pdf)

- Hernández, I., Couchot, E., Machado, A., Parente, A., Giannetti, C., Maldonado, C., ... La Ferla, J. (2005). Estética, ciencia y tecnología. Creaciones electrónicas y numéricas. Bogotá,

Colombia: Universidad Javeriana.

- Hernández, J. 2008. Entendiendo la evolución. Kimura y el neutralismo. Recuperado de <https://jmhernandez.wordpress.com/2008/07/18/entendiendo-la-evolucion-kimura-y-el-neutralismo/>
- Hoffman, G. 2013 Robost with soul. Recuperado de [http://www.ted.com/talks/guy\\_hoffman\\_robots\\_with\\_soul/transcript](http://www.ted.com/talks/guy_hoffman_robots_with_soul/transcript)
- Hoffman, G. Travis. Shimi robotic speaker dock. Recuperado de <http://guyhoffman.com/travis-shimi-robotic-speaker-dock/>
- Kac, E. 2009. Arte robótica: un manifiesto. Recuperado de <http://www.ekac.org/kac.roca.sp.html>
- Kandinsky, W. (1996). *De lo espiritual en el arte*. Barcelona, España: Paidós Estética.
- Kurzweil, R. (2013) Cerebros y mentes digitales, a la vuelta de la esquina. Recuperado de [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:48B5qqUEFSEJ:www.tendencias21.net/Cerebros-y-mentes-digitales-a-la-vuelta-de-la-esquina\\_a24415.html+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:48B5qqUEFSEJ:www.tendencias21.net/Cerebros-y-mentes-digitales-a-la-vuelta-de-la-esquina_a24415.html+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es)
- Kurzweil, R. (2014) Prepárate para el pensamiento híbrido. Recuperado de [https://www.ted.com/talks/ray\\_kurzweil\\_get\\_ready\\_for\\_hybrid\\_thinking/transcript?language=es](https://www.ted.com/talks/ray_kurzweil_get_ready_for_hybrid_thinking/transcript?language=es)
- Lema, D. (2009) Inteligencia Artificial. Recuperado de <http://es.slideshare.net/diego1770/inteligencia-artificial-1086761>
- Martínez, D. (2012) ¿Qué relación existe entre mente y cerebro? ¿Llegarán las máquinas a sentir emociones como los humanos? Recuperado de <http://www.unav.edu/web/vida-universitaria/detallenoticiapestania/2012/12/13/que-relacion-existe-entre-mente-y-cerebro-llegaran-las-maquinas-a-sentir-emociones-como-los-humanos?articleId=1856030>
- Lehrer, J. 2014. The future of science... is art? Recuperado de

[http://seedmagazine.com/content/article/the\\_future\\_of\\_science\\_is\\_art/](http://seedmagazine.com/content/article/the_future_of_science_is_art/)).

- Maturana, H., Varela, F. (1973). *De máquinas y seres vivos*. Santiago de Chile, España: Universitaria.
- More, S. 2012. 6 robots named Paul by Patrick Tresset. Recuperado de <http://www.setmore.com/blog/6-robots-named-paul-by-patrick-tresset/>
- Morielo, S. 2014. Nuevos enfoques en el estudio de la mente. Recuperado de [http://www.tendencias21.net/Nuevos-enfoques-en-el-estudio-de-la-mente\\_a667.html](http://www.tendencias21.net/Nuevos-enfoques-en-el-estudio-de-la-mente_a667.html)).
- Morin, E. (2007). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Gedisa
- Muñoz, J. (2010) *Inteligencia computacional inspirada en la vida*. Málaga, España: Servicio de publicaciones de la Universas de Málaga.
- Perdomo, J. 2012. Inteligencia Artificial aplicada a la educación. Recuperado de [http://t01nocturno.blogspot.com.es/2012/06/2\\_29.html](http://t01nocturno.blogspot.com.es/2012/06/2_29.html)
- Pérez, R. 2008. Edgar Morin: Homenaje al maestro. Recuperado de [http://www.tendencias21.net/fisec/Edgar-Morin-Homenaje-al-maestro\\_a5.html](http://www.tendencias21.net/fisec/Edgar-Morin-Homenaje-al-maestro_a5.html)
- Picard, R. (1998). *Los ordenadores emocionales*. Barcelona, España: Ariel.
- Picasso, P. 2005. Ordenadores inútiles. Recuperado de <http://www.microsiervos.com/archivo/frases-citas/cita-picasso-ordenadores.html>)
- Ponce, A. 1994. Inteligencia Artificial y educación. Recuperado de [http://sinectica.iteso.mx/assets/files/articulos/05\\_inteligencia\\_artificial\\_y\\_educacion.pdf](http://sinectica.iteso.mx/assets/files/articulos/05_inteligencia_artificial_y_educacion.pdf)
- Ross, A., 2005. New breed of fish-bot unveiled. Recuperado de <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4313266.stm>
- Solaas, L. 2011. Arte generativo: mitad humano, mitad máquina. Recuperado de [http://www.bbc.co.uk/mundo/movil/noticias/2011/07/110728\\_tecnologia\\_arte\\_generativo\\_solaas\\_nc.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/movil/noticias/2011/07/110728_tecnologia_arte_generativo_solaas_nc.shtml)
- Suárez, E. 2014. El mundo que viene. Recuperado de

<http://www.elmundo.es/opinion/2014/01/10/52d0387d268e3ef3278b4572.html>

- Tresset, P. 2012. Patrick Tresset, l'artiste et son double. Recuperado de [http://www.lemonde.fr/sciences/article/2012/11/29/patrick-tresset-l-artiste-et-son-double\\_1798080\\_1650684.html](http://www.lemonde.fr/sciences/article/2012/11/29/patrick-tresset-l-artiste-et-son-double_1798080_1650684.html)
- Weng, J. 2012. Coming soon to a kindergarten classroom: robot teachers. Recuperado de [http://www.slate.com/blogs/future\\_tense/2012/08/06/robots\\_may\\_become\\_elementary\\_school\\_teachers\\_in\\_the\\_future\\_.html](http://www.slate.com/blogs/future_tense/2012/08/06/robots_may_become_elementary_school_teachers_in_the_future_.html)
- Valero, L. 2008. Máquinas de enseñanza de Skinner. Recuperado de [http://www.conducta.org/articulos/maquinas\\_ens.htm](http://www.conducta.org/articulos/maquinas_ens.htm)
- Varise, F. 2014. Los robots ya están aquí: ¿una nueva relación amorosa? Recuperado de <http://www.lanacion.com.ar/1676265-los-robots-ya-estan-aqui-una-nueva-relacion-amorosa>
- El equipo del MIT construye un robot social. 2001. Recuperado de <http://genaltruista.com/notas/00000317.htm>
- Estrellas del universo. Recuperado de <http://www.astromia.com/universo/lasestrellas.htm>
- Etiquetas informáticas para las emociones. 2014 Recuperado de <http://www.abc.es/sociedad/20140401/rc-etiquetas-informaticas-para-emociones-201404010257.html>
- Fundación Telefónica expone en Arco las obras ganadoras del certamen Vida 13.2. 2012. Recuperado de <http://masdearte.com/fundacion-telefonica-expone-en-arco-las-obras-ganadoras-del-certamen-vida-132/>
- Hi, I'm Robo-teacher: Droids with human faces wheeled into class to teach English, 2010. Recuperado de <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1342152/Robot-teachers-human-faces-roll-classroom-run-English-lessons.html>
- La premisa de la que parte la película Her no está tan lejos de la realidad. 2014. Recuperado de <http://cyborgcultura.ticbeat.com/premisa-parte-pelicula-her-no-esta-tan-lejos-de-la->

realidad/).

- New: abstract art by Mark Gould. 2015. Recuperado de <http://sfsthetik.com/2015/02/21/new-abstract-art-by-mark-gould-february-2015/>
- ¿Por qué suena el teléfono aunque se vaya la luz? 2012. Recuperado de <http://espacio.fundaciontelefonica.com/2012/08/08/visitas-guiadas-cubismo-telecomunicaciones-premiosvida/>
- Situación actual de las interfaces afectivas síncronas. Recuperado de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/palacio\\_g\\_jc/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/palacio_g_jc/capitulo3.pdf)
- The snow by Tokujin Yoshioka. 2010. Recuperado de <http://www.dezeen.com/2010/07/26/the-snow-by-tokujin-yoshioka/>
- Un español ha creado emociones sintéticas para las I.A. Recuperado de <http://www.neoteo.com/un-espanol-ha-creado-emociones-sinteticas-para-las/>
- Recuperado de <http://lirec.eu/project>
- Recuperado de <http://w.tvplayvideos.com/1,CVKKtMEDKNU/chabelos/Robot-dinosaurio-mascota-PLEO-rb-%28ReBorn%29>.

## 8.2. BIBLIOGRAFÍA

- Adarraga, P. Zaccagnini, J. (1994). *Psicología e Inteligencia Artificial*. Madrid, España: Trotta Editorial.
- Adolphs, R., Eichenbaum, H., Delius, J., Kaas, J., Ledoux, J., Picard, R., Tononi, G. (2002). *Emoción y conocimiento*. Barcelona, España: Tusquets.
- Algora, M., De Vicente, J. (2008). *Máquinas y almas. Arte digital y nuevos medios*. Madrid, España: MNCARS.
- Arnaud, B. (1830). *Pruebas del sentimiento*. Barcelona, España: Frexas y C<sup>a</sup>.
- Barro, D., Maneiro, M. (2011). *El espacio intermedio*. A Coruña, España: Gas Natural

Fenosa.

- Bartlett, M., Littlewort, G., Movellan, J., Wu, T. (2008). *Computer expression recognition toolbox*. San Diego, EE.UU.: Universidad de California.
- Baudrillard, J. (2002). *La ilusión vital*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI.
- Baudrillard, J. (1998). *Cultura y simulacro*. Barcelona, España: Kairós,.
- Baudrillard, J. (2010). *El sistema de los objetos*. Madrid, España: Siglo XXI.
- Bolz, N. (2006). *Comunicación mundial*. Buenos Aires, Argentina: Katz,.
- Braun, E. (1986). *Tecnología rebelde*. Madrid, España: Tecnos.
- Brea, J. (2004). *Libro blanco de la interrelación entre arte, ciencia y tecnología en el estado español*. Madrid, España: FECYT.
- Bruner, J. (1998). *Realidad mental y mundos posibles: los actos de la imaginación que dan sentido a la experiencia*. Barcelona, España: Gedisa.
- Breazeal, C. (2002). *Designing sociable robots*. Boston, EE.UU.: The MIT Press.
- Bustos García de Castro, P. (1998). *Generación de comportamiento complejo en robots autónomos*. (Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid). Recuperado de [http://oa.upm.es/6552/1/PABLO\\_BUSTOS\\_GARCIA\\_DE\\_CASTRO.pdf](http://oa.upm.es/6552/1/PABLO_BUSTOS_GARCIA_DE_CASTRO.pdf)
- Carrol, L. (2010). *Alicia anotada*. Madrid, España: Akal.
- Casacuberta, D. (2000). *Qué es una emoción*. Barcelona, España: Crítica.
- Chomsky, N. (1971). *El lenguaje y el entendimiento*. Barcelona, España: Seix Barral.
- Chomsky, N. (2002). *El lenguaje y la mente humana*. Barcelona, España: Ariel.
- Chóliz, M. (2005) *Psicología de la emoción: el proceso emocional*. Extraído el 6 de Febrero del 2014, de <http://www.uv.es/~cholz/Proceso%20emocional.pdf>
- Choza, J. (2003) *Sentimientos y comportamiento*. Murcia, España: Quaderna Editorial.
- Choza, J. (2011). *Historia de los sentimientos*. Sevilla, España: Thémata.
- Clore, G. Collins, A., Ortony, A. (1996). *La estructura cognitiva de las emociones*.



Barcelona, España: Siglo XXI.

- Copeland, J. (1996). *Inteligencia artificial*. Madrid, España: Alianza Universidad.
- Croucher, M., Sloman, A. (1981). *Why robots will have emotions*. Cognitive Science Research Paper 176. Vancouver, Canadá: Sussex University,.
- Csikszetmihaly, M. (1998). *Creatividad. El fluir y la psicología del descubrimiento y la invención*. Barcelona, España: Paidós.
- Damasio, A. (2009). *El error de Descartes*. Barcelona, España: Crítica.
- Dautenhahn, K.; Bond, A.; Cañamero, L.; Edmonds, B. (2002). *Socially Intelligent Agents*. Massachusetts, EE.UU.: Kluwer Academic Publishers.
- Dawkins, R. (2002). *El gen egoísta. Las bases biológicas de nuestra conducta*. Barcelona, España: Salvat.
- De Alba, J. (2009). *Talking agents: arquitectura para sistemas de agentes conversacionales*. Recuperado de <http://eprints.ucm.es/9982/1/memoria.pdf>.
- Descartes, R. (2003). *Discurso del método*. Madrid, España: Tecnos,.
- Deutsch, D. (2011). *El comienzo del infinito: explicaciones que transforman el mundo*. Barcelona, España: Biblioteca Buridán.
- Duchesne, J. (2009). *Comunismo literario y teorías deseantes: inscripciones latinoamericanas*. La Paz, Bolivia: Plural editores.
- Epstein, M. (2004). *Lo Hiper en la cultura del Siglo XX: La dialéctica de la transición del modernismo al posmodernismo*. (Versión Edición Adobe Digital).
- Fernández, A., Tomé, S. (2006). *Una perspectiva de la inteligencia artificial en su 50 aniversario*. Albacete, España: Universidad de Castilla-La Mancha.
- Freud, S. (1977) *Tótem y Tabú*. Madrid, España: Alianza.
- García, E., Gil, J., Rodríguez, G. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga, España: Ediciones Aljibe.

- Gardner, H. (1992). *Verdad y método*. Salamanca, España: Ediciones Sígueme.
- Gardner, H. (1995). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. Barcelona, España: Paidós.
- Gardner, H. (1999). *Estructuras de la mente: la teoría de las inteligencias múltiples*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Gardner, H. (2000). *La nueva ciencia de la mente*. Barcelona, España: Paidós.
- Gardner, H. (2001). *La inteligencia reformulada: las inteligencias múltiples en el siglo XXI*. Barcelona, España: Paidós.
- Giampaolo, P. (2005). *Las emociones de la mente. Biología del cerebro emotivo*. Madrid, España: Ediciones Tutor.
- Giannetti, C. (1998). *Ars Telematica: Telecomunicación, internet y ciberespacio*. Extraído el 20 de Febrero del 2014, de [http://www.artmetamedia.net/pdf/3Giannetti\\_ArsTelematicaIntro.pdf](http://www.artmetamedia.net/pdf/3Giannetti_ArsTelematicaIntro.pdf)
- González, M., López, J., Luján, J. (1997). *Ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona, España: Ariel.
- Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Barcelona, España: Kairós.
- Gubern, R. (2000). *El eros electrónico*. Madrid, España: Taurus.
- Guilfor, J. (1986). *La naturaleza de la inteligencia humana*. Barcelona, España: Paidós.
- Guilfor, J., Holpfner, R. (1971). *The analisis of inteligente*. New York, EE.UU.: MacGraw-Hill.
- Hernández, I., Couchot, E., Machado, A., Parente, A., Giannetti, C., Maldonado, C., ... La Ferla, J. (2005). *Estética, ciencia y tecnología. Creaciones electrónicas y numéricas*. Bogotá, Colombia: Universidad Javeriana.
- Hernstein, R., Murray, C. (1996). *The bell curve: intelligence and class structure in American life*. New York, EE.UU.: Simon&Schuster.

- Jünger, E. (1998). *El libro del reloj de arena*. Barcelona, EE.UU.: Tusquets.
- Kandinsky, W. (1996). *De lo espiritual en el arte*. Barcelona, España: Paidós Estética.
- Kurz, R. (2002). *La ignorancia de la sociedad del conocimiento*. Alemania: Krisis.
- Kurzweil, R. (1999). *La era de las máquinas espirituales*. Barcelona, España: Planeta.
- Maisonneuve, J. (1973). *Los sentimientos*. Barcelona, España: Oikos-tau.
- Marina, J., López, M. (2007). *Diccionario de los sentimientos*. Barcelona, España: Anagrama.
- Martínez, P. (2007). *La importancia del conocimiento. Filosofía y ciencias cognitivas*. A Coruña, España: Netbiblo.
- Maturana, H., Varela, F. (1973). *De máquinas y seres vivos*. Santiago de Chile, España: Universitaria.
- Mayor J., Pinillos J. (1990). *Motivación y emoción*. Madrid, España: Alambra Longman.
- Mealing, S. (2002). *Computers & art*. Bristol, Inglaterra: Intellect books.
- Minsky, M. (1986). *La sociedad de la mente: la inteligencia humana a la luz de la inteligencia artificial*. Buenos Aires, Argentina: Galápagos.
- Mitcham, C. (1989). *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* País Vasco: Anthropos.
- Morin, E. (2007). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Gedisa.
- Muñoz, J. (2010). *Inteligencia computacional inspirada en la vida*. Málaga, España: Servicio de publicaciones de la Universas de Málaga.
- Nilsson, N. (2001). *Inteligencia artificial, una nueva síntesis*. Madrid, España: Morgan Kaufman.
- Lefebvre, H. (1972). *La vida cotidiana en el mundo moderno*. Madrid, España: Alianza.
- Picard, R. (1998). *Los ordenadores emocionales*. Barcelona, España: Ariel.
- Ponce, A. (1994). *Inteligencia artificial y educación*. Recuperado de [http://sinectica.iteso.mx/assets/files/articulos/05\\_inteligencia\\_artificial\\_y\\_educacion.pdf](http://sinectica.iteso.mx/assets/files/articulos/05_inteligencia_artificial_y_educacion.pdf)

- Postman, N., (1994). *Tecnópolis, la rendición de la cultura a la tecnología*. Barcelona, España: Galaxia Gutenberg.
- Pradilla, V. (2012). *Probabilidad, redes neuronales e Inteligencia Artificial en composición musical. Desarrollo de los sistemas MusicProb y MusicNeural*. Ciencias del Turismo. Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.
- Rodríguez, R. (2011). *Diseño de un asistente virtual con diálogo emocional*. Ciudad de Madero, Mexico: Instituto tecnológico del Ciudad Madero.
- Romero, J. (2001). *Metodología para la construcción de modelos cognitivos complejos: exploración de la “creatividad artificial” en composición musical*. A Coruña, España: Universidade da Coruña.
- Roszak, T. (1998). *El culto a la información: el folclore de los ordenadores y el verdadero arte de pensar*. Barcelona, España: Crítica D.L.
- Searle, J. (1997). *La construcción de la realidad social*. Barcelona, España: Paidós.
- Sartre, J. (1999). *Bosquejo de una teoría de las emociones*. Madrid, España: Alianza.
- Shafy, S. (2011). *Elogio del miedo*. El País Semanal, nº 1215, Madrid.
- Simon, V. (2001). *El ego, la conciencia y las emociones: un modelo interactivo*. Vol. 13, nº 2. Psicothema. Universidad de Valencia.
- Sloman, A. (1978). *The computer revolution in philosophy*. Harvester Press.
- Stenberg, R. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. Cambridge, Inglaterra: University Press.
- Stenberg, R. (1987). *Inteligencia humana, vol. I, La naturaleza de la inteligencia y su medición*. Barcelona, España: Paidós.
- Tornero, P. (2013). *Tecnologías de la creatividad: conexiones entre arte y ciencia en la contemporaneidad*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Trillas, E. (1998). *La Inteligencia Artificial*. Madrid, España: Debate.

- Valéry, P. (2005). *Piezas sobre arte*. Madrid, España: Antonio Machado Libros.
- Vendrel, I. (2008). *Teorías analíticas de las emociones: el debate actual y sus precedentes históricos*. Recuperado el 16 de Abril de 2014, del sitio web Universidad Complutense de Madrid: <http://www.uma.es/revistas/contrastes/pdfs/014/ContrastesXIV-12.pdf>
- Wagensberg, J. (2006). *Si la naturaleza es la respuesta, ¿cuál era la pregunta?* Barcelona, España: Metatemas.
- Wilson, S. (2003). *Information Arts. Intersections of Art, Science and Technology*. Londres, Inglaterra: MIT Press.
- Wilson, S. (2010). *Art and Science*. Londres, Inglaterra: Thames& Hudson.

### 8.3. ÍNDICE DE FIGURAS

1. *Mechanics of Thoughts 000* (imagen en línea) (2012) Recuperado de <http://www.mental-physics.com/page/3/>
2. *Visión cartesiana* (imagen en línea) (2012) Recuperado de [http://acedoluis.blogspot.com.es/2012\\_11\\_01\\_archive.html](http://acedoluis.blogspot.com.es/2012_11_01_archive.html)
3. Elaboración propia.
4. Durero, A. (1514) *Melancolía* (imagen en línea). Recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Alberto\\_Durero](http://es.wikipedia.org/wiki/Alberto_Durero)
5. Elaboración propia.
6. *Los ensueños: bases anatómicas* (imagen en línea) (2008) Recuperado de <http://mural.uv.es/teboluz/index2.html>
7. <<http://www.crimar.blogia.com>>
8. Human of organizations (fotografía en línea) (2013) Recuperado de <http://www.happinessworks.com/blog/2013/11/11/humans-of-organizations/>
9. Simon: robot diseñado para estudiar la interacción persona-robot (fotografía en línea)

- (2009) Recuperado de <http://www.fayerwayer.com/2009/08/simon-el-robot-disenado-para-estudiar-la-interaccion-persona-robot/>
10. Friedrich, C. (2005) *El caminante sobre el mar de nubes* (imagen en línea) Recuperado de <http://www.filosofiyatragedia.com/textos/silencio.html>
11. Apple loses FaceTime patent trial, told to pay \$368M (foto) (2012) Recuperado de <https://gigaom2.files.wordpress.com/2011/01/facetime-camera-back-20101221.png>
12. Sistema nervioso simpático (Imagen en línea) (2014) Recuperado de [http://1.bp.blogspot.com/-bIc4gh4Pib4/UL5s2E\\_yggI/AAAAAAAAAA4/oZh6lTRLjso/s1600/sebas%2Bwork%2Bsimpatico.jpg](http://1.bp.blogspot.com/-bIc4gh4Pib4/UL5s2E_yggI/AAAAAAAAAA4/oZh6lTRLjso/s1600/sebas%2Bwork%2Bsimpatico.jpg)
13. Aspectos fisiológicos de las emociones (imagen en línea) Recuperado de <http://israel-wiki.wikispaces.com/Aspectos+fisiol%C3%B3gicos+de+las+emociones>
14. Anatomía y función de la corteza cerebral (imagen en línea) (2007) Recuperado de <https://fundacionannavazquez.wordpress.com/2007/07/17/anatomia-y-funcion-de-la-corteza-cerebral-humana/>
15. Disney, W. *Pinocho* (imagen en línea) Recuperado [http://www.theranking.com/el-mejor-sidekick-de-disney\\_r16130](http://www.theranking.com/el-mejor-sidekick-de-disney_r16130)
16. Aldebaran (2009) *Nao robot uses Microsoft surface* (imagen en línea) Recuperado de <http://www.technovelgy.com/ct/Science-Fiction-News.asp?NewsNum=2506>
17. Resources for class (foto en línea) (2012) Recuperado de <http://people.umass.edu/~blaylock/LegoRobotics/>
18. Arrabales, R. *Cera* (imagen en línea) Recuperado de <http://www.conscious-robots.com/raul/consciencia-artificial/41-conciencia-artificial/74-cera.html>
19. Glaaser, D. *Fmri results*. (imagen en línea) Recuperado de <http://www.pbs.org/wgbh/nova/sciencenow/3204/01-audiocap.html>

20. Silicio (fotografía en línea) Recuperado de <http://www.rdnattural.es/plantas-y-nutrientes-para-el-organismo/minerales/silicio/>
21. Posse, F. (2014) *@EspacioFTef Avance: Premios VIDA 15.0* (fotografía en línea) Recuperado de <http://fotopaco.blogspot.com.es/2014/02/espacioftef-avance-premios-vida-150.html>
22. Head (texto en línea) (2012) Recuperado de [http://www.fundacion.telefonica.com/en/actualidad/detalle/01\\_07\\_2013\\_uru\\_2611](http://www.fundacion.telefonica.com/en/actualidad/detalle/01_07_2013_uru_2611)
23. Paur, J. *Terrific trailer for Spike Jonze's romance Her* (fotografía en línea) Recuperado de <http://geektyrant.com/news/terrific-trailer-for-spike-jonzes-romance-her>
24. Mathur, A. (2002) *How to build Eliza chatterbot, a program that can chat with humans* (fotografía en línea) Recuperado de <http://www.planet-source-code.com/vb/scripts/ShowCode.asp?txtCodeId=5369&lngWId=3>
25. Recuperado de [matap.dmae.upm.es/cienciaficcio/DIVULGACION/3/chatbots.htm](http://matap.dmae.upm.es/cienciaficcio/DIVULGACION/3/chatbots.htm)
26. Test de Turing (imagen en línea) (2014) Recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Test\\_de\\_Turing](http://es.wikipedia.org/wiki/Test_de_Turing)
27. Máquinas de enseñanza de Skinner (fotografía en línea) Recuperado de [http://www.conducta.org/articulos/maquinas\\_ens.htm](http://www.conducta.org/articulos/maquinas_ens.htm)
28. ¿Por qué utilizar la robótica? (imagen en línea) Recuperado de <http://doplay.es/soluciones-curriculum/robotica-2/concepto/robotica/>
29. Robots teach english in south Korea (fotografía en línea) (2010) Recuperado de <http://www.joannejacobs.com/2010/12/robots-teach-english-in-south-korea/>
30. Hardware (imagen en línea) Recuperado de <https://afgv.wordpress.com/hardware/>
31. Am I my android? (fotografía en línea) (2007) Recuperado de <http://www.robocommunity.com/forum/thread/11718/interview-with-hiroshi-ishiguro-in-new-scientist>

32. Hoffman, G. *Travis* (fotografía en línea) Recuperado de <http://i.ytimg.com/vi/utV1sdjr4PY/maxresdefault.jpg>
33. Millard, P. A (2008) *Brief Overview of the Historical Path of Automata and the Tendency Toward Human Replication and Re-formation* (fotografía en línea) Recuperado de <http://rhizome.org/discuss/view/40327/>
34. Devers, C. (2010) *MIT Museum: Kismet the AI robot smiles at you* (fotografía en línea) Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/cdevers/4456489056/>
35. Learning Social Behaviors during Human-Robot Play (fotografía en línea) Recuperado de <http://www.ai.mit.edu/projects/sociable/ongoing-research.html>
36. Humanoid and biped robots (fotografía en línea) (2014) Recuperado de <http://www.robotshop.com/media/catalog/product/cache/1/image/800x800/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/a/i/aisoy1-programmable-humanoid-robot-duo-kit.jpg>
37. Brown, D. (2009) *Stephen Hawking's best quotes about the earth, climate change* (fotografía en línea) Recuperado de <http://www.examiner.com/images/blog/wysiwyg/image/Hawking.jpg>
38. Cave paintings. Lascaux, France (imagen en línea) (2013) Recuperado de <http://startlediguana.wordpress.com/2013/10/17/cave-paintings-lascaux-france/>
39. Conde, F. (2009) *Mosaicos en la Grecia antigua* (imagen en línea) Recuperado de <http://www.sofiaoriginals.com/abr713mosaicosen grecia antigua6.htm>
40. Migeat, P. *Igloo di Giap. Reproduction d'une oeuvre.* (imagen en línea) Recuperado de <https://www.centrepompidou.fr/cpv/resource/ck4KEEG/raq4XE>
41. Geometría sagrada (imagen en línea) (2011) Recuperado de <https://geometriadelaconciencia.wordpress.com/2011/09/>
42. Urra, M. (2009) *Referentes* (fotografía en línea) Recuperado de <http://popelisa.blogspot.com.es/2009/11/referentesss.html>



43. Esparza, G. *Plantas nómadas* (fotografía en línea) Recuperado de <http://www.artesur.org/es/artistas/gilberto-esparza-2/>
44. McNally, J. *Stonehege photos* (fotografía en línea) Recuperado de <http://science.nationalgeographic.com/science/archaeology/photos/stonehenge/>
45. How to create your own virtual self (imagen en línea) (2008) Recuperado de <http://www.newscientist.com/blog/technology/2008/01/how-to-create-your-own-virtual-self.html>
46. Chinnel, A. (2012) *Merge festival 2012* (fotografía en línea) Recuperado de <http://mergefestival.co.uk/merge2012/>
47. Bosch, T. (2012) *His sketching robots saved his sanity and tell us how we relate emotionally to machines* (fotografía en línea) Recuperado de <http://ispr.info/2012/11/27/his-sketching-robots-saved-his-sanity-and-tell-us-how-we-relate-emotionally-to-machines/>
48. Etherington, R. (2010) *Hylozoic ground by Philip Beesley* (fotografía en línea) Recuperado de <http://www.dezeen.com/2010/08/27/hylozoic-ground-by-philip-beesley/>
49. A-Team (2011) *Arduino* (fotografía en línea) Recuperado de <http://www.arduino.cc/es/pmwiki.php?n=>
50. Syuzi (2009) *Hylozoic Soil: interactive geotextile installation* (fotografía en línea) Recuperado de [http://api.ning.com/files/PoyReKNde6F61b41lBxgx-C8q5y9bs3VVQYIrF7AMHB9FitLNY30ELj5tO5BMolvwwqFHm\\*15sNld-qL7NSvLf07HNMHEZOg/hylozoic08\\_sm.jpg](http://api.ning.com/files/PoyReKNde6F61b41lBxgx-C8q5y9bs3VVQYIrF7AMHB9FitLNY30ELj5tO5BMolvwwqFHm*15sNld-qL7NSvLf07HNMHEZOg/hylozoic08_sm.jpg)
51. Damanio, P. (2007) *Jan Van Eyk. Matrimonio de Arnolfini* (fotografía en línea) Recuperado de <http://patriciadamiano.blogspot.com.es/2007/06/jan-van-eyck-matrimonio-arnolfini.html>
52. The Internet, a tool for art? (fotografía en línea) Recuperado de [http://www.kareneliot.de/thesis\\_telepresence.html](http://www.kareneliot.de/thesis_telepresence.html)

53. Decode at V&A (fotografía en línea) (2010) Recuperado de <http://www.download.de/blg/?p=116>
54. Theo Jansen. Kinetic automata (2013) (fotografía en línea) Recuperado de <http://doorofperception.com/2013/11/theo-jansen/>
55. Morel, M. (2013) *Strandbeestkunstenaar Theo Jansen, homo universalis* (fotografía en línea) Recuperado de <http://www.michielsemorel.nl/strandbeestkunstenaar-theo-jansen-homo-universalis/>
56. Kim, B. (2014) *Open letter to Shia LaBeouf* (fotografía en línea) Recuperado de <http://www.arras.net/fscIII/>
57. Rivera, C. (2007) *Un eclipse luna y la ópera digital* (fotografía en línea) Recuperado de <http://revista.escaner.cl/node/54>
58. Elaboración propia.
59. Porfirio, A. (2013) *Do you love me?: Assista ao curtametragem que foi escrito por um robô* (fotografía en línea) Recuperado de <http://super.abril.com.br/blogs/cultura/tag/cleverbot/>
60. Kobito: virtual brownies (fotografía en línea) (2005) Recuperado de <http://rogiken.org/vr/english.html>
61. Brian Z., Shashank M. et al Ali Yazdani (2013) *Visualizing Nodal Heavy Fermion Superconductivity* (fotografía en línea) Recuperado de <http://www.2physics.com/2013/08/visualizing-nodal-heavy-fermion.html>
62. *La música y Pablo Picasso* (imagen en línea) (2012) Recuperado de <http://musicologiaencriptada.wordpress.com/>
63. Dédalo e Ícaro, la leyenda (imagen en línea) (2010) Recuperado de <http://vueloinsensato.blogspot.com.es/2010/11/dedalo-e-icaro-la-leyenda.html>
64. Donnarumma, M. (2012) *Stelarc* (fotografía en línea) Recuperado de [http://cec.sonus.ca/econtact/14\\_2/stelarc\\_gallery.html](http://cec.sonus.ca/econtact/14_2/stelarc_gallery.html)

65. Stelarc (fotografía en línea) (2012) Recuperado de [http://www.toshare.it/toshare09/?page\\_id=3052&lang=en](http://www.toshare.it/toshare09/?page_id=3052&lang=en)
66. Woodrow, R. (1999) *Durer's drawing machines* (imagen en línea) Recuperado de <http://w3.gril.univ-tlse2.fr/Proimago/pictsemio/durer-c.htm>
67. Seward, A. *Tooling: CNC historical drawing machine* (imagen en línea) Recuperado de <http://code-collective.cc/cnc-historical-drawing-machine/>
68. Lewis Hine en la Fundación Mapfre en Madrid (fotografía en línea) Recuperado de <http://www.chfvision.com/lewis-hine-en-la-fundacion-mapfre-en-madrid>
69. Whitelaw, M. (2007) *Computational nature studies* (imagen en línea) Recuperado de [http://teemingvoid.blogspot.com.es/2007\\_04\\_01\\_archive.html](http://teemingvoid.blogspot.com.es/2007_04_01_archive.html)
70. Alonso, R. (2005) *Arte y tecnología en Argentina: los primeros años* (fotografía en línea) Recuperado de [http://www.roalonso.net/es/arte\\_y\\_tec/primeros\\_anios.php](http://www.roalonso.net/es/arte_y_tec/primeros_anios.php)
71. Paik, N. Live Feed: 1972 -1994 (fotografía en línea) Recuperado de <http://wam-magazine.com/wp-content/uploads/2009/06/nam-june-paik.jpg>
72. Carrà, C. (1913) *El caballero rojo* (imagen en línea) Recuperado de [http://elpais.com/diario/2009/02/18/cultura/1234911601\\_740215.html](http://elpais.com/diario/2009/02/18/cultura/1234911601_740215.html)
73. Picabia; F. (1919) *El niño carburador* (imagen en línea) Recuperado de <https://lifeartgroup.wordpress.com/2012/10/05/dadaisme-1916-22-primeras-vanguardias-s-xx-1905-45/>
74. Duchamp, M. (1920 – 1979) *Rotative plaques verre. (optique de précision)* (imagen en línea) Recuperado de <https://www.centrepompidou.fr/cpv/resource/ckXykd4/rnyx68B>
75. Nauman, B. (1970) *Live-taped video corridor* (imagen en línea) Recuperado de <http://bridell.com/live-taped-video-corridor-1970/>
76. Friedrich, V. (2010-2012) *Transducers* (imagen en línea) Recuperado de

<http://vida.fundaciontelefonica.com/project/transducers/>

77. Elaboración propia (2014) (imagen en línea) Recuperado de <http://www.doodl.net/>

78. BBC Mundo (2010) (imagen en línea) Recuperado de <http://www.noticiariobarahona.com/2011/07/arte-generativo-mitad-humano-mitad.html>

79. Monet, C. (1920) *Los nenúfares* (imagen en línea) Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/antoniomarinsegovia/5137734559/>

80. Gould, M. (2013) *Procedural sketches* (imagen en línea) Recuperado de <http://markgould.net/2437/1791882/gallery/generative-procedural-sketches-series-1182-2013>

81. Yoshioka, T. (2007) *Nieve* (imagen en línea) Recuperado de <http://www.architonic.com/ntsht/the-bearable-lightness-of-being-architonic-meets-tokujin-yoshioka-at-imm-cologne/7000570>

82. Kircher, A. (1646) *Camera obscura* (imagen en línea) Recuperado de <http://queaprendemoshooy.com/la-camara-oscura-cuando-la-pintura-fue-fotografia/>

83. Scheck, A. (2009) *Embrión y espermatozoide humano* (imagen en línea) Recuperado de <https://www.fayerwayer.com/2009/03/sin-palabras-imagenes-microscopicas-del-interior-del-cuerpo-humano/>

84. Aldworth, A. (2006) *Paisaje cerebral* (imagen en línea) Recuperado de <https://terminologyitis.wordpress.com/>

85. Nóbrega, G. (2008) *Equilibrium* (imagen en línea) Recuperado de <http://highlike.org/guto-nobrega-equilibrium-1/>

86. Haacke, H. (1963-2008) *Cubo de condensación* (imagen en línea) Recuperado de <http://www.macba.cat/es/condensation-cube-1523>

87. Museo del siglo XIX, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/areas-cultura/museos/los-museos-estatales/historia/el-siglo-xix.html>

88. Van Haecht, W. (1628) *El gabinete de curiosidades de Cornelis Van Der Geest* (imagen en línea) Recuperado de <http://sobrebelgica.com/2010/01/15/gabinete-de-curiosidades-exposicion-en-amberes/>
89. Gabinete de historia natural de Sevilla, S.XIX (imagen en línea) Recuperado de <http://institucional.us.es/darwin09/index.php?exp=12>
90. Klein, Y. (1960) *Performance* de la serie *Antropometrías* (imagen en línea) Recuperado de <http://hacedordetrampas.blogspot.com.es/2012/01/yves-klein-antropometrias.html>
91. #Jan25 (2011) Elaboración propia.
92. #Jan25 (2011) Elaboración propia.
93. Sommerer y Mignonneau, (1993) *Interactive Plant Growing* (imagen en línea) Recuperado de <http://eyebeam.org/projects/interactive-plant-growing>
94. Sermon, P. (1992) *Telematic Dreaming* (imagen línea) Recuperado de <https://www.pinterest.com/pin/5629568254270427/>
95. Wright, (1903) Imagen del primer vuelo motorizado (imagen en línea) Recuperado de <http://discoveryfanedition.discoverymax.marca.com/invitados/ver/hermanos-wright>
96. Los diez descubrimientos fundamentales de las misiones del Apollo (2008) (imagen en línea) Recuperado de <http://www.tecnologiahechapalabra.com/datos/software/articulo.asp?i=2675>
97. Deutsch, D. (2011). *El comienzo del infinito: explicaciones que transforman el mundo*. Barcelona, España: Biblioteca Buridán.
98. Cómo funciona el Universo: el Bing Bang (2011) (imagen en línea) Recuperado de <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15200441/Como-funciona-el-Universo-el-Big-Bang.html>
99. Capitel, (2011) Botella de Coca Cola de 1 litro de cristal (imagen en línea) Recuperado de <http://www.todocoleccion.net/botellas-antiguas/botella-coca-cola-1-litro-cristal~x31637144>

100. Carolina, J. (2011) *Kimica industrial* (imagen en línea) Recuperado de <http://jennifercarolina-kimicaindustrial.blogspot.com.es/2011/07/cristal-en-del-estado-solido-un-cristal.html>
101. Warhol, A. (1962) *Tres botellas de Coca-Cola* (imagen en línea) Recuperado de <http://www.adbranch.com/tag/andy-warhol/>
102. Harpole, W. (2010) *Neutral theory of species diversity* (imagen en línea) Recuperado de <http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/neutral-theory-of-species-diversity-13259703>
103. Dennis, A. *Crear peces artificiales para salvar peces reales* (imagen en línea) Recuperado de <http://www.fordivers.com/es/blog/2011/12/20/crear-peces-artificiales-para-salvar-peces-reales/>
104. Morin, E. (2007). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Gedisa.
105. Melanson, D. (2010) *UC Berkely researchers teach PR2 robot to fold towels* (imagen en línea) Recuperado de <http://www.engadget.com/2010/04/05/uc-berkeley-researchers-teach-pr2-robot-to-fold-towels/>
106. McAfee, A. (2014) *Even if grandma embraces her robot, should we fear it?* (imagen en línea) Recuperado de <http://andrewmcafee.org/2014/07/mcafee-tufekci-robot-grandma-elder-care/>
107. Innvo Labs (2006) *Pleo* (imagen en línea) Recuperado de <http://www.notcot.com/archives/2006/11/pleo.html>
108. Schermelleh, L. (2009) *Representación 3D de una célula viva durante el proceso de mitosis, ejemplo de un sistema autopoyético* (imagen en línea) Recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Autopoiesis#/media/File:3D-SIM-4\\_Anaphase\\_3\\_color.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/Autopoiesis#/media/File:3D-SIM-4_Anaphase_3_color.jpg)
109. Farey, J. (1819) *Water clock* (imagen en línea) Recuperado de [http://en.wikipedia.org/wiki/Water\\_clock](http://en.wikipedia.org/wiki/Water_clock)

110. Furse, J. (1975) *Manos*. Detalle de la creación de Adán (imagen en línea) Recuperado de <http://www.sofiaoriginals.com/jul725pintura27.htm>
111. Arcila, M. (2013) *La creación de Adán* (imagen en línea) Recuperado de <http://recopilonoticias.blogspot.com.es/2013/07/la-creacion-de-adan.html>
112. Bonhedric, D. (2012) *Robótica* (imagen en línea) Recuperado de [http://roboticadelfuturoxd.blogspot.com.es/2012\\_11\\_01\\_archive.html](http://roboticadelfuturoxd.blogspot.com.es/2012_11_01_archive.html)

#### 8.4. WEBGRAFÍA

- <<http://www.aaai.org>>
- <<http://www.aane.org>>
- <<http://www.abcnews.go.com>>
- <<http://www.aepia.org>>
- <<http://www.affect.media.mit.edu>>
- < <http://www.agenciasinc.es>>
- <<http://www.ajedrezdeataque.com>>
- <<http://www.amorphicrobotworks.org>>
- <<http://www.alegsa.com>>
- <<http://www.alfaguara.com.ar>>
- <<http://www.alt1040.com>>
- <<http://www.aparte.cl>>
- <<http://www.apuntesdepsicologia.com>>
- <<http://www.archivo.e-consulta.com>>
- <<http://www.ar.geocities.com>>
- <<http://www.arteleku.net>>
- <<http://www.artel0.com>>

- <<http://www.articlearchives.com>>
- <<http://www.artificial-art.com>>
- <<http://www.artnodes.com>>
- <<http://www.astronomia.com>>
- <<http://www.axxon.com.ar>>
- <<http://www.bea.st>>
- <<http://www.bitnavegante.com>>
- <<http://www.blogseitb.com>>
- <<http://www.blog.ted.com>>
- <<http://www.books.google.es>>
- <<http://www.buscon.rae.es>>
- <<http://www.campus.usal.es>>
- <<http://www.centrodeartigos.com>>
- <<http://www.centros5.pntic.mec.es>>
- <<http://www.chancellor.ucsd.edu>>
- <<http://www.ciencia-ficción.blogspot.com>>
- <<http://www.cinefantastico.com>>
- <<http://www.conscious-robots.com>>
- <<http://www.consumer.es>>
- <<http://www.creativetechnology.salford.ac.uk>>
- <<http://www.creativewebcolombia.com>>
- <<http://www.creb.upc.es>>
- <<http://www.cs.bham.ac.uk>>
- <<http://www.cse-ece-ucsd.blogspot.com>>
- <<http://www.csic.es>>



- <<http://www.cs.swarthmore.edu>>
- <<http://www.cuartacultura.blogspot.com>>
- <<http://www.darwin.50webs.com>>
- <<http://www.dailymail.co.uk>>
- <<http://www.designboom.com>>
- <<http://www.dezeen.com>>
- <<http://www.dialogica.com.ar>>
- <<http://www.dialnet.uniroja.es>>
- <<http://www.dl.acm.org>>
- <<http://www.docstoc.com>>
- <<http://www.earstudio.com>>
- <<http://www.eddyalfaro.galeon.com>>
- <<http://www.eden.dei.uc.pt>>
- <<http://www.edgarmorin.com>>
- <<http://www.eduardpunset.es>>
- <<http://www.ehu.es>>
- <<http://www.eiconsortium.org>>
- <<http://www.ekac.org>>
- <<http://www.emmanuelrodriguez.blogspot.es>>
- <<http://www.enxarxa.com>>
- <<http://www.elblogdetucidides.blogspot.com>>
- <<http://www.elcultural.es>>
- <<http://www.eleconomista.com.mx>>
- <<http://www.electricbricks.com>>
- <<http://www.elementos.buap.mx>>

- <<https://www.eliax.com>>
- <<http://www.elmundo.es>>
- <<http://www.elopio.net>>
- <<http://www.elpais.com>>
- <<http://www.espaciohospital.es>>
- <<http://www.es.videogames.games.yahoo.com>>
- <<http://www.euclides.org>>
- <<http://www.europapress.es>>
- <<http://www.euroresidentes.com>>
- <<http://www.exitmedia.net>>
- <<http://www.face-and-emotion.com>>
- <<http://www.feelix-growing.org>>
- <<http://www.feralinteractive.com>>
- <<http://www.findelmundo.com>>
- <<http://www.fidotel.gob.ve>>
- <<http://www.filosofia.org>>
- <<http://www.filosofiayvida.blogspot.com>>
- <<http://www.filosofica.iespana.es>>
- <<http://www.fluidos.eia.edu.co>>
- <<http://www.fondation-langlois.org>>
- <<http://www.fundacionannavazquez.wordpress.com>>
- <<http://www.fundacion.telefonica.com>>
- <<http://www.gamewaredevelopment.co.uk>>
- <<http://www.gandia.nueva-acropolis.es>>
- <<http://www.galeon.com>>

- <<http://www.gazeta-antropología.es>>
- <<http://www.grandpierre.hu>>
- <<http://www.gregorystock.net>>
- <<http://www.grupoalianzaempresarial.com>>
- <<http://www.guyhoffman.com>>
- <<http://www.healthlibrary.epnet.com>>
- <<http://www.herts.ac.uk>>
- <<http://www.huffingtonpost.es>>
- <<http://www.ibm.com>>
- <<http://www.images.google.es>>
- <<http://www.inteligenciaartificial.cl>>
- <<http://www.interface.ufg.ac.at>>
- <<http://www.intuitivesurgical.com>>
- <<http://www.inventors.about.com>>
- <<http://www.jmhernandez.wordpress.com>>
- <<http://www.joannejacobs.com>>
- <<http://www.kenfeingold.com>>
- <<http://www.kodama.hc.uec.ac.jp>>
- <<http://www.kurzweilai.net>>
- <<http://www.kurzweiltech.com>>
- <<http://www.lanacion.com.rar>>
- <<http://www.lania.mx>>
- <<http://www.la-razon.com>>
- <<http://www.lemond.fr>>
- <<http://www.lidiagroup.org>>

- <<http://www.linkedin.com>>
- <<http://www.lirec.eu>>
- <<http://www.losojosdelafilosofia.wordpress.com>>
- <<http://www.machincuepa.com>>
- <<http://www.maedastudio.com>>
- <<http://www.mailxmail.com>>
- <<http://www.manovich.net>>
- <<http://www.march.es>>
- <<http://www.med.ufro.cl>>
- <<http://www.medialab-prado.es>>
- <<http://www.medicayafac.wordpress.com>>
- <<http://www.mind.sourceforge.net>>
- <<http://www.mitpress.mit.edu>>
- <<http://www.monografias.com>>
- <<http://www.mouse.cl>>
- <<http://www.naya.org.ar>>
- <<http://www.neoclubpress.com>>
- <<http://www.neoteo.com>>
- <<http://www.neuroclassics.org>>
- <<http://neurophilosophy.wordpress.com>>
- <<http://www.news.bbc.co.uk>>
- <<http://www.newton.cnice.mec.es>>
- <<http://www.normajeane.info>>
- <<http://www.notcf.blogspot.com>>
- <<http://www.ofait.at>>

- <<http://www.paulfriedlander.com>>
- <<http://www.paulsermon.org>>
- <<http://www.pie.kansei.tsukuba.ac.jp>>
- <<http://www.pixelydixel.com>>
- <<http://www.portalciencia.net>>
- <<http://www.portalesmedicos.com>>
- <<http://www.prof.usb.ve>>
- <<http://www.psicologiacientifica.com>>
- <<http://www.psicologia-online.com>>
- <<http://www.psicopedagogia.com>>
- <<http://www.psygnos.net>>
- <<http://www.rae.es>>
- <<http://www.razonypalabra.org>>
- <<http://www.redalyc.uaemex.mx>>
- <<http://www.redcientifica.com>>
- <<http://www.redesparalaciencia.com>>
- <<http://www.reme.uji.es>>
- <<http://www.rtve.es>>
- <<http://www.ricardoroman.cl>>
- <<http://www.rpi.edu/>>
- <<http://www.sandia.gov>>
- <<http://www.sciencemag.org>>
- <<http://www.sciencemuseum.org.uk>>
- <<http://www.scielo.org.ar>>
- <<http://www.sciguru.com>>

- <<http://www.seedmagazine.com>>
- <<http://www.setmore.com>>
- <<http://www.sg.com.mx>>
- <<http://www.significado.de>>
- <<http://www.sindioses.org>>
- <<http://www.slate.com>>
- <<http://www.slideshare.net>>
- <<http://www.smartaction.com>>
- <<http://www.solociencia.com>>
- <<http://www.springerlink.com>>
- <<http://www.sttx.lacotelera.net>>
- <<http://www.supertech.hostei.com>>
- <<http://www.switched.com>>
- <<http://www.symploke.org>>
- <<http://www.taringa.net>>
- <<http://www.tate.org.uk>>
- <<http://www.teachthought.com>>
- <<http://www.techmi.es>>
- <<https://www.technologyreview.es>>
- <<http://www.tecnyo.com>>
- <<http://www.ted.com>>
- <<http://www.tendencias21.net>>
- <<http://www.termwiki.com>>
- <<http://www.terra.es>>
- <<http://www.thepaintingfool.com>>

- <<http://www.translate.google.com>>
- <<http://www.uah.es>>
- <<http://www.uam.es>>
- <<http://www.uc3m.es>>
- <<http://www.unav.edu>>
- <<http://www.uni-tuebingen.de>>
- <<http://www.universitarioinformado.com>>
- <<http://www.uoc.edu>>
- <<http://www.upm.es>>
- <<http://www.uruguayeduca.edu.uy>>
- <<http://www.uv.es>>
- <<http://www.virose.pt>>
- <<http://www.web.media.mit.edu>>
- <<http://www.weblogs.madrimasd.org>>
- <<http://www.wikiquote.org>>
- <<http://www.wordreference.com>>
- <<http://www.xataka.com>>
- <<http://www.xombra.com>>
- <<http://www.209.85.22>>

## 9. VOCABULARIO



**Algoritmo:** conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema (<<http://www.rae.es>>).

**Aprendizaje Automático:** conjunto de programas informáticos cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan a las computadoras aprender (propia elaboración).

**Arte Generativo:** arte que en su totalidad o en parte, ha sido creado con el uso de un sistema autónomo (<<http://www.centrodeartigos.com>>).

**Arte Híbrido:** arte que nos lleva a mirar y a reflexionar sobre las referencias cruzadas con otras disciplinas, insertándonos en un proceso interdisciplinar (propia elaboración).

**Autopoiesis:** sistema que es capaz de reproducirse y mantenerse por sí mismo (propia elaboración).

**Big Data:** sistemas artificiales que manipulan una gran cantidad de datos (propia elaboración).

**Bot:** aférisis de robot. Programa informático que imita el comportamiento humano (propia elaboración).

**Chatbot:** programas de ordenador que intentan mantener una conversación con el usuario como si fueran seres humanos (<<http://www.upm.es>>).

**Cognotecnología:** convergencia de la nanotecnología, la biotecnología y la informática, para

la detección a distancia del cerebro y el control de la mente (<<http://www.termwiki.com>>).

**Creatividad Computacional:** es la creatividad realizada por medio de algoritmos (propia elaboración).

**Determinismo:** doctrina que afirma que todos los acontecimientos están determinados por algún motivo. Esto implica entender la realidad como la consecuencia directa de una causa (<<http://www.definicion.de>>).

**Dicotomía:** división en dos partes (<<http://www.rae.es>>).

**Emoción:** experiencia multidimensional, con al menos tres sistemas de respuesta: cognitivo/subjetivo; conductual/expresivo y fisiológico/adaptativo (Chóliz, M. 2005. Psicología de la emoción: el proceso emocional. Extraído el 6 de Febrero del 2014, de <http://www.uv.es/~choliz/Proceso%20emocional.pdf>).

**Empirismo:** conocimiento que se origina desde la experiencia (<<http://www.rae.es>>).

**Epistemología:** doctrina de los fundamentos y métodos del conocimiento científico (<<http://www.rae.es>>).

**Emular:** imitar las acciones de otro procurando igualarlas e incluso excederlas (<<http://www.rae.es>>).

**Interfaz:** conexión física y funcional entre dos aparatos o sistemas independientes

(<<http://www.fluidos.eia.edu.co>>).

**Meme:** unidad de transmisión cultural (Dawkins, R. 2002. *El gen egoísta. Las bases biológicas de nuestra conducta*. Barcelona, España: Salvat).

**Metabiológico:** lo que está fuera del estudio de la Biología (propia elaboración).

**Metabolismo:** procesos bioquímicos y físicos que permiten diferentes actividades en la célula y que suponen la base de la vida a nivel molecular (propia elaboración).

**Paradigma:** cierto tipo de relación lógica extremadamente fuerte entre principios clave (Morin, E. 2007. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Gedisa).

**Physis:** aquella fuerza o fuente de donde nacen los entes (<<http://www.sympleke.org>>).

**Poiesis:** producción que se engendra, una creación que organiza e instaura una nueva realidad (Arantes, P. 2007).

**Programación Genética:** método de búsqueda de programas capaces de realizar una tarea especificada. Para ello, se basan en optimizar poblaciones de programas que son seleccionados en base a su aptitud para realizar dicha tarea (<<http://www.code.google.com>>).

**Razonamiento automático:** se circunscribe al área de la computación con el fin de crear programas informáticos capaces de razonar de manera automática (propia elaboración).

**Reduccionismo:** enfoque filosófico según el cual la reducción es necesaria y suficiente para resolver diversos problemas de conocimiento (<<http://www.significado.de>>).

**Robot Social:** es aquel que interactúa y se comunica con las personas (de forma sencilla y agradable) siguiendo comportamientos, patrones y normas sociales (<<http://www.tendencias21.net>>).

**Simulación:** alteración aparente de la causa, la índole o el objeto verdadero de un acto o contrato (<<http://www.rae.es>>).

**Sinergia:** acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales (<<http://www.rae.es>>).

**Singularidad Tecnológica:** acontecimiento futuro en el que se predice que el progreso tecnológico y el cambio social se acelerarán debido al desarrollo de inteligencia sobrehumana, cambiando nuestro entorno de manera tal que cualquier ser humano anterior a la Singularidad sería incapaz de comprender o predecir (<<http://www.7dias.com>>).

**Sistemas Integrados:** sistemas que cubren todo el espectro que va desde la percepción hasta la acción, pasando por el aprendizaje, razonamiento, planificación y comunicación (López, R. 2013).

**Software:** conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora (<<http://www.rae.es>>)

**Talking Agents:** entidades software con la capacidad de reconocer el habla humana y sintetizar una respuesta hablada (De Alba, J. 2009).

**Telemática:** aplicación de las técnicas de la telecomunicación y de la informática a la transmisión a larga distancia a la información computarizada (<<http://www.rae.es>>).

**Transdisciplinar:** forma de organización de los conocimientos, donde los métodos que han sido utilizados con éxito dentro de una disciplina, se transfieren a otra, introduciéndolos en ella sobre la base de una justificación, que pretende siempre una ampliación de los descubrimientos posibles (<<http://www.edgarmorin.com>>).

**Ubicuidad:** capacidad de estar presente en varios lugares al mismo tiempo (<<http://www.thefreedictionary.com>>).

**Valle Inquietante:** se trata del umbral por encima del cual, si la máquina se parece a nosotros, nos provoca rechazo (González, M. 2013).

## 10. ANEXOS

## 10.1. ENTREVISTAS

### 10.1.1. Amparo Alonso

#### 1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial?

La Inteligencia Artificial es una disciplina de la Computación que busca el desarrollo de máquinas inteligentes. Como ciencia, trata de definir conceptos y procesos y desarrollar métodos que ayuden a comprender y a reproducir comportamiento inteligente. Como ingeniería, utiliza un conjunto de métodos y herramientas que nos permiten adquirir conocimiento de alto nivel, formalizarlo, representarlo según un esquema computacionalmente eficaz, y utilizarlo para resolver problemas complejos en dominios de aplicación concretos.

#### ¿Considera que es sólo una simulación?

Depende del enfoque que le demos a la pregunta. Desde el punto de vista de la Computación, en mi opinión no es en absoluto una simulación: en la actualidad existen muchos sistemas de Inteligencia Artificial, que pueden trabajar adecuadamente en varias disciplinas en problemas complejos. La IA es una simulación de la inteligencia como lo es el avión del vuelo de las aves.

**2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible? En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

Varios grupos de investigación han tenido ya un éxito relativo en la implementación del llamado metaconocimiento, es decir, el conocimiento que la máquina contiene sobre sí misma, sus capacidades y sus límites. Entiendo que esto es algo similar a la consciencia.

### **3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

El aprendizaje computacional es uno de los retos importantes de la I.A. en cuanto a su uso en aplicaciones reales. Si se refiere a los modelos de comportamiento que podemos inferir de un problema determinado y aplicarlos a estados futuros de ese mismo problema, existen trabajos en el área que incluso tienen en cuenta posibles cambios de concepto que se puedan dar. Para poner un ejemplo sencillo, podemos aprender el modelo de correo spam, y podemos aplicarlo incluso si aparecen nuevos tipos de correos basura que no conociese anteriormente nuestro sistema, que irá aprendiendo a medida que se van produciendo nuevas situaciones ser aprendidas.

Si se refiere al uso de modelos aprendidos en un problema, para poder aplicarlos en otro problema distinto, el éxito es un poco más limitado, a pesar de que sí existen modelos de aprendizaje por similaridad, o modelos de sistemas inteligentes basados en casos, que con ciertas limitaciones, pueden “transportar” el modelo de un campo a otro campo similar.

### **4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?**

Definir este concepto no es tan fácil, yo lo definiría como el intercambio de información entre una persona y un computador. Existen varios tipos de interacción, que dependen del nivel de autonomía de ambas partes de la comunicación.

### **5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

Los sistemas inteligentes intentan reproducir el comportamiento inteligente, para lo cual es necesario en ocasiones hacer un uso intensivo de la memoria. De hecho, por ejemplo, Deep Blue, el programa de ajedrez que ganó a Kasparov para decidir qué movimiento realizar,



utiliza una búsqueda de una profundidad media de entre 6 y 8 movimientos, aunque en determinadas situaciones puede llegar a un máximo de unos 20. Utilizando la fuerza bruta y aprovechando la rapidez de procesamiento en los ordenadores, Deep Blue pudo ganar el juego.

En cuanto a voluntad, los agentes inteligentes son proactivos, es decir, son capaces de, con una serie de valores que se les proporcionan, y teniendo en cuenta su modelo del mundo, exhibir cierto grado de “voluntad”. Son las arquitecturas BDI (Belief-Desires-Intentions).

#### **6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

La psicología y la neurociencia van descubriendo el papel de las emociones en los procesos cognitivos. De forma gradual, este conocimiento se usa en las áreas de I.A. y de Vida Artificial para el modelado de procesos cognitivos. Podemos introducir emociones mediante reglas de comportamiento. Estas emociones pueden generar sentimientos, y sensaciones, aunque no desde luego de la misma forma en la que lo hacemos los humanos.

#### **7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

Existen ya intentos bastante antiguos para proporcionar creatividad a los sistemas inteligentes, por ejemplo, mediante las arquitecturas basadas en casos, o mediante los sistemas de aprendizaje máquina que “descubren” conceptos matemáticos, como AM. La Creatividad Artificial es una rama de la I.A. que se ocupa de este tipo de sistemas, que tienen éxito en tareas como la composición musical, la generación de historias, o la invención científica. En España hay algún grupo que trabaja en el uso de algoritmos genéticos para la creación de melodías de jazz.

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en *2001: Una Odisea del Espacio*, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

Quizás, “los otros”, más inteligentes y que no podemos controlar, son una cuestión recurrente en la ciencia ficción, desde La guerra de los mundos hasta Inteligencia Artificial. No parece muy posible que una máquina, por sí sola, pueda rebelarse contra un humano, ya que al fin y al cabo, el programa de la misma lo diseña un humano. Otra cosa es el uso de la tecnología con fines que no son deseables, pero eso ocurre con la energía atómica, se puede utilizar para curar, que es un uso que se produce diariamente en los hospitales, o se puede utilizar para matar, un uso menor, pero devastador. En cualquier caso, no es culpa de la energía en sí, sino del mal uso que los humanos hacemos de ella. Ocurre lo mismo con un cuchillo, podemos usarlo para cortar comida, y también con otros fines menos agradables.

**9. ¿Cuál cree que es el papel de la I.A. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?**

La I.A. tiene un papel en todas esas áreas, que avanzará progresivamente con los descubrimientos de la psicología y la neurociencia, a la vez que con las nuevas estructuras, más flexibles, para representar conocimiento. Asimismo, los Sistemas Multiagente nos permiten simular relaciones sociales, personales lúdicas, laborales, etc. Por ejemplo, en la última campaña de Barack Obama, la Inteligencia Artificial jugó un papel importante al descubrir tendencias en las redes sociales de ciertos estados, e intentar orientar esas tendencias para conseguir más votos para el candidato.

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?**

El arte y la ciencia pueden tener campos en común, de hecho, ya lo hemos comentado en preguntas anteriores. La música, entendida como arte, puede ser generada mediante programas de Inteligencia Artificial. Yo he asistido a una exposición de cuadros generados utilizando algoritmos inteligentes. De todos son conocidas las aportaciones de los algoritmos de I.A. al séptimo arte, por ejemplo, en la película de El Señor de los Anillos, y otras. Todas estas son tareas por el momento podríamos decir que un tanto “excéntricas” o quizás menos conocidas en la I.A., pero que en el futuro pueden constituir por sí misma un campo importante.

**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

No parece que por el momento el mundo artístico tenga mucho interés por el mundo científico, por supuesto con sus excepciones. Como en muchas otras cosas, creo que es necesario un cambio en la sociedad en el aspecto de relacionar ciencia y cultura, una palabra que en la sociedad parece estar más ligada a conceptos más relacionados con el arte o las disciplinas más “de letras”.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la I.A., ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún**

**día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

Hay muchos objetivos que tienen los investigadores que trabajan en I.A., ya es un campo muy amplio como para tener un solo objetivo. Seguimos, como fin general, intentando disponer de sistemas automáticos que exhiban inteligencia, en distintos entornos y situaciones, y aunque avanzamos de forma lenta, cabe esperar ir consiguiendo resultados, también teniendo en cuenta las capacidades de memoria y procesamiento exponencialmente crecientes de los ordenadores. Yo no veo una amenaza por esto en el futuro, más bien un mundo lleno de nuevas posibilidades.

### **10.1.2. Entrevista a Raúl Arrabales**

#### **1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial?**

La investigación en Inteligencia Artificial tiene, en una de sus vertientes principales, el objetivo de crear dispositivos artificiales capaces de adaptarse al entorno y resolver problemas de forma autónoma, tal y como lo hacen los humanos.

#### **¿ Considera que es sólo una simulación?**

Cuando un organismo es capaz de adaptarse a su entorno y resolver problemas reales de forma autónoma eso no es una simulación, es un proceso real que tiene un impacto real en el entorno (aunque los mismos mecanismos también se puedan poner en práctica en un entorno virtual de forma simulada).

**2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible?. En el**

**caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

Todas las acciones que realiza un organismo de forma autónoma o bien se aprenden o bien son innatas (pre-programadas). No veo la posibilidad de que un organismo pueda realizar – autónomamente – una acción que no ha sido pre-programada, aprendida o desarrollada durante su vida. El propio proceso de desarrollo de un organismo en su entorno puede contribuir a la aparición de fenómenos como la conciencia. En los humanos, la conciencia también se aprende, o mejor dicho, se desarrolla. De hecho la autoconciencia por ejemplo, no existe en bebé hasta que se desarrolla el *yo* – normalmente a partir de los 2 años de edad – lo que indica que los procesos de interacción del organismo con su entorno y con su propio cuerpo son vitales en el desarrollo de aspectos como la experiencia subjetiva y la sensación de agencia (“estar al cargo de mi propio cuerpo”).

No sabría estimar cuánto se puede tardar en reproducir estos mecanismos de desarrollo cognitivo en máquinas, pero no veo ningún impedimento científico para que esto no sea así en el futuro.

**3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

Esta capacidad está básicamente limitada por la propia capacidad de acción y de percepción de la máquina en cuestión. Sólo se pueden aprender modelos cuya aplicación real sea plausible para el organismo. Por ejemplo, un humano no puede aprender modelos de comportamiento de una bacteria porque sus organismos – y por lo tanto su interacción con el medio – son radicalmente diferentes.

**4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?**

La interacción hombre-máquina se refiere al proceso de interacción que ocurre entre los

humanos y los dispositivos artificiales. Se puede ver y estudiar desde diferentes perspectivas: tecnológica, psicológica, social, legal, etc.

**5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

Mezclar la espiritualidad con las capacidades cognitivas es un tema sin resolver y que atañe a la filosofía, a la filosofía de la mente en concreto.

Desde un punto de vista científico, existe gran confusión al mezclar términos como memoria, inteligencia o voluntad. Desde el punto de vista de la psicología existen unos procesos psicológicos básicos: motivación, emoción, atención, memoria, pensamiento, aprendizaje, percepción y lenguaje. Todos están relacionados y algunos de ellos se consideran procesos cognitivos superiores (asociados a estructuras corticales modernas de los homínidos y más concretamente los humanos) como el lenguaje.

En cada uno de esos campos se puede hacer mucho en arquitecturas artificiales, por ejemplo, encontrar mejores formas de combinarlos de forma efectiva.

**6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

La emoción es un proceso adaptativo que permite la aparición de respuestas que favorecen la adaptación y la supervivencia de un individuo. Asimismo, el sentimiento y las sensaciones subjetivas asociadas, permiten que el individuo sea consciente de parte de sus emociones y que de esta forma pueda emitir una respuesta todavía más adaptada a las demandas cognitivas de la situación. En ese sentido, cuando un organismo es consciente de su emoción, experimenta un sentimiento y posee la capacidad de tomar decisiones conscientes en consecuencia.

Desde este punto de vista no hay duda de que una máquina puede tener emociones, pero que pueda tener sentimientos es un tema controvertido, porque requiere de la participación de procesos cognitivos superiores y de la conciencia. De nuevo, creo que el aspecto vital aquí es el desarrollo cognitivo.

**7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

Creativa es cualquier respuesta que proporciona una solución a un problema real. Por lo tanto, un sistema inteligente es por definición creativo. Si no fuera creativo, no podría dar soluciones a problemas nuevos cuya solución no ha sido pre-programada.

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en 2001: *Una Odisea del Espacio*, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

Sí, la veo normal, tan normal como adaptativo es sentir miedo ante una situación de incertidumbre y cambio, pues ésta implica unos riesgos y la necesidad de adaptarse a los cambios.

**9. ¿Cuál cree que es el papel de la IA. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?**

Creo que puede jugar un papel muy relevante en todos esos ámbitos.

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?**

Yo veo una clara interrelación entre ciencia y arte, existente a diferentes niveles, desde la inspiración para nuevas líneas de investigación hasta tratar de explicar científicamente la generación y la percepción del arte.

**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

Creo que el artista es un actor más en esta tarea, la ciencia es parte de la cultura, y corresponde transmitirla a los científicos, a los artistas, a los comunicadores, los docentes, los ingenieros, los médicos, etc.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la I.A., ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

No creo en los conceptos de “sobrepasar” o “conquistar”, más bien lo veo como una co-evolución entre humanos y máquinas, una nueva forma de evolucionar en la que la selección natural darwinista pierde protagonismo y aparecen nuevas reglas de la mano de la tecnología y la ciencia.



**10.1.3. Entrevista a Millán Arroyo.****1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial? ¿Considera que es sólo una simulación?**

En I.A. se trata de emular el pensamiento humano por medios artificiales. Normalmente se espera que la entidad o sistema inteligente sea autónoma y tome decisiones propias. Se han conseguido avances muy importantes en la emulación de la lógica y el razonamiento, pero muy poco o nada en las emociones, tan presentes o más en la mente humana (y por ende en su inteligencia). La consciencia y autoconsciencia de la entidad pensante es la gran diferencia con el pensamiento humano, no se sabe si se podrá conseguir, probablemente no.

**2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible? En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

Ya se han conseguido ciertos éxitos a este respecto. A mí no me gusta hablar de IA si no existe en el sistema inteligente un cierto grado de autonomía respecto de la programación previa. La autonomía es condición '*sine qua non*' para hablar de inteligencia. Por ejemplo, los sistemas multiagentes, que es lo que yo conozco de todo esto, son relativamente autónomos. Perciben el entorno, lo interpretan y toman decisiones conducentes a lograr un objetivo, pero es impredecible y a veces sorprendente la forma que tienen de diseñar una estrategia para alcanzar su objetivo. Los agentes no solo son autónomos en su toma de decisiones, también cuando interpretan su entorno. Lógicamente están condicionados por las reglas y normas previas de la programación, pero siguen teniendo grados de libertad en su comportamiento. En ese sentido, ya existe esa autonomía, que debe ir aumentando en el futuro.

### **3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

Bastantes capacidades. Yo soy sociólogo, no soy ingeniero de software, por tanto solo puedo responder a esta pregunta de forma limitada. Pero entiendo que simplemente los sistemas expertos ya hacen esto y lo hacen bien. Los sistemas multiagentes, gracias a la interacción entre distintos agentes tienen una capacidad mucho mayor, que está basada en el intercambio de la experiencia de los agentes, que son entidades autónomas. Simplemente los sistemas multiagentes (es lo que conozco de todo esto) ya lo hacen razonablemente bien. Tienen esa capacidad de autoaprendizaje, están diseñados para ello. Lo que pasa es que esta capacidad está limitada al cumplimiento de un objetivo concreto, o a un conjunto limitado de objetivos. No se puede esperar que resuelvan otros distintos, al menos sin modificar el sistema y reprogramándolo.

### **4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?**

El objetivo es conseguir un diálogo entre ambos que, además de posible, sea operativo para finalidades concretas. Obviamente el desafío está en el diseño de las máquinas, para adaptarse a las personas, procurando que estas últimas tengan que adaptarse lo menos posible a la máquina. El mayor desafío quizás esté en el diálogo verbal pero no es el único. Para que una máquina pueda conversar verbalmente, además de comprender y hablar el lenguaje humano (eso es ya una realidad) debe haber desarrollado una lógica muy avanzada. La interpretación y respuesta a estímulos no verbales también es muy importante y complementaria a la verbalización. Es algo realmente complicado, aunque se van haciendo avances. Por ejemplo, que un sistema inteligente detecte que un enfermo de parkinson (campo en el que ahora trabajo) ha tenido un bloqueo que le impide moverse es algo técnicamente posible pero complejo. Es necesario definir muy bien y de forma clara los patrones del

comportamiento interpretable para que el sistema no se equivoque y pueda interactuar de forma eficaz con la persona que está teniendo ese problema. Cuantos más comportamientos deba aprender el sistema, mayor dificultad en el diseño.

**5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

Eso lo debería responder un ingeniero, no yo.

**6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

Soy escéptico. No conozco avances relevantes en este campo. Mismamente la emulación de emociones que la pregunta da por hecho, yo no la conozco.

**7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

Creo que sí. Ya he señalado que a menudo sorprenden las estrategias que adoptan los agentes para cumplir objetivos. Luego están las respuestas emergentes de los sistemas en su conjunto, que siempre son algo más que la suma de las partes.

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en *2001: Una Odisea del Espacio*, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

Eso supondría la autoconsciencia del sistema inteligente, algo que no sabemos si se podrá conseguir algún día. De momento pertenece al terreno de la ciencia ficción.

**9. ¿Cuál cree que es el papel de la IA. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?**

La I.A. tendrá numerosas aplicaciones en pocas décadas. Por ejemplo, será posible un coche que conduzca por nosotros, o un hogar domótico (o una oficina) con el que interactuemos a un nivel inimaginable hoy. Y no estoy hablando de los robots propios de la ciencia ficción con los que las personas interactúan. Pero eso mismo también acabará siendo posible.

Soy escéptico a pensar que las máquinas ocupen una parte importante de la sociabilidad que tradicionalmente hemos destinado a las personas, eso creo que no va a ocurrir, salvo quizás en una medida muy pequeña, comparable a la sociabilidad compartida con mascotas o algo así, o limitada a cuestiones operativas en las que se establece un diálogo hombre-máquina con finalidades pragmáticas. Sin embargo la I.A. sí nos va a ayudar a ampliar las posibilidades de comunicación electrónica y telemática con otras personas. En el ámbito de lo lúdico es previsible un gran desarrollo en los juegos.

En el arte se me ocurre menos, aunque tengo la experiencia y conocimiento de los ‘talking agents’, que han permitido que una obra artística interactúe con el espectador, entablando un diálogo con éste. Es probable que en el futuro la interacción del espectador con la obra artística sea algo más frecuente, aunque hoy ya es una realidad (realidad en fase beta, pero realidad).

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el**

**arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?**

No sé lo que es el arte híbrido.

**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

No lo creo, salvo quizás de una forma residual. La divulgación de la ciencia debe venir prioritariamente desde los científicos, no de los periodistas (como está ocurriendo hoy) ni menos de gente tan mal preparada para entender la ciencia como pueden ser los artistas (en general, quizás haya alguna excepción), pero para ello será preciso que en las carreras de los científicos se de peso a los méritos de divulgación. Hoy día divulgar no tiene ningún valor en los currículos científicos, y eso es un gran problema, por ejemplo para despertar vocaciones.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la I.A., ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

Ya digo que un cierto grado de autonomía es hoy una realidad, y el desarrollo de cualquier I.A. pasa por ampliar lo más posible la autonomía del sistema inteligente. Pero en ningún momento se va a sobrepasar a la humanidad, eso son especulaciones más propias de la ciencia ficción que del estado real de la ciencia y la tecnología. El límite está en la autoconsciencia del sistema y de momento no hay ningún indicio de que eso vaya a tener lugar. Es decir, mientras no haya autoconsciencia, Hall-9000 nunca se planteará modificar las normas con las

que le han programado y solo servirá para cumplir los objetivos que le han marcado respetando todos los protocolos previos. No intentará matar a Dave Bowman ni tendrá miedo de ser desconectado.

El problema es que no sabemos lo que es la autoconsciencia.

#### **10.1.4. Entrevista a Antonio Benítez**

##### **1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial?**

Entiendo que es una disciplina científica. A lo largo de su historia se han constituido dos tendencias. Una de aprovechamiento de las técnicas de I.A. para su aplicación a temas industriales. Por ejemplo, la aplicación de los Sistemas Expertos a la ayuda en el diagnóstico médico. Se le podría llamar “I.A. ingenieril”. Otra dimensión o tendencia o cara tiene que ver con el problema filosófico y científico de qué sea la mente. ¿Por qué un agente es inteligente? Así lo planteo Turing en 1950 y en este sentido continuaron Newell, Simon y otros. Ambas dimensiones son legítimas, pero a mí me interesa fundamentalmente la segunda. La entiendo como un estudio de los requisitos esenciales de cualquier problema mental (por ejemplo, qué es deducir; qué es una emoción; determinan las emociones o sentimientos hábitos de conducta. Etc.), constituyendo los programas de computadora un laboratorio de contrastación de ideas, de hipótesis.

##### **¿ Considera que es sólo una simulación?**

No. Lo he explicado antes. Hoy tiene mucho auge la Vida Artificial, una parte de la I.A. bio-inspirada. Se puede estudiar, por ejemplo, la idea de sistemas complejos con propiedades emergentes o sistemas auto-organizados. De nuevo lo importante es la discusión de las ideas acerca de los requisitos esenciales de la auto-organización mediante los modelos computacionales.

##### **2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta**

**que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible?. En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

Hay que ir poco a poco. Los estudios de von Neumann sobre el concepto de auto-reproducción, su continuación por Langton, han servido como contribución teórica. Queda por hacer. Lo fundamental es trabajar sobre animales artificiales que se reproduzcan según las premisas de von Neumann.

En cuanto a la consciencia. Siempre entiendo que el significado fundamental de conciencia es “darse cuenta”. Por ejemplo, veo un coche aparcado y, a la vez, me doy cuenta de que lo veo. Cualquier otro significado es derivado y menos importante. En cuanto darse cuenta, la conciencia es representación o conocimiento del binomio acto y objeto. Por ejemplo, del acto de ver y del objeto visto (coche). No me parece excesivamente difícil modelar un animal artificial que sea un agente cognitivo que cuente con representaciones tipo darse cuenta.

El tema es muy, muy largo. Pero para poder hablar o discutir de él, hay que fijar primero los conceptos. Y no siempre la filosofía de la mente o la psicología nos dan conceptos precisos.

Turing predijo unos 100 años en 1952. Hacia el 2050 está el límite.

### **3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

He trabajado sobre la idea de aprendizaje por refuerzo. Se trata de que el agente o bien recibe del mundo una valoración del éxito de su acción o bien es capaz de evaluar si su acción ha tenido éxito. Hay modelos en que el agente, un animal artificial cognitivo, es decir, que cuenta con una representación de su mundo y actúa según esa representación, se muestra

como bien adaptado a su medio una vez que ha aprendido por refuerzo.

**4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?**

No sé contestar. Máquina es una taladradora, tanto como una computadora. ¿Qué hace Vd. con su computadora que no responda al esquema general de lo que hace con su taladradora?

**5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

Este es un tema de los que típicamente la filosofía confunde más que ayuda. La demostración de un teorema geométrico es una actividad inteligente, ¿no? Pero ¿el método de demostración es innato o aprendido? Si se sostiene que aprendido, es mi posición, entonces hay que reconocer que hemos de contar con ciertas capacidades y operaciones que sean congénitas. No se ha insistido bastante, excepto Descartes y sus seguidores en este punto, en diferenciar lo congénito, aquello con que necesariamente nacemos, y aquello que es un “método” que se aprovecha de las potencialidades naturales del cerebro. Si se compara la forma de pensar anterior a la filosofía, especialmente la que se exhibe en Homero, con la filosofía, se advierte que ambas son lo que Descartes llamó método.

Pues bien, si con inteligencia se quiere decir que se actúa de acuerdo con una cierta representación del mundo, entonces sostengo que en cierto grado esto está ya conseguido en I.A. Pero si se quiere decir otra cosa, percepción gestáltica, intuición, etc., etc., entonces no tengo respuesta.

Voluntad. Yo diría que en este tema no se ha hecho nada en I. A. A mí me interesa la voluntad como mecanismo de inhibición (por ejemplo, por fuerza de voluntad seguimos estudiando o evitamos beber más agua, etc.). Y como mecanismo que nos permite elegir hacer lo menos conveniente aún creyendo que es lo menos conveniente para nosotros.



La memoria si ha sido trabajada en I.A. Es quizá lo más fácil de remedar en una computadora. De nuevo, lo importante no es que sea una memoria como la nuestra, sino que funcione como una memoria.

**6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

De nuevo andamos con las palabras a pleito. Antiguamente se hablaba de “pasiones” porque los sentimientos, las emociones no los producimos a nuestro gusto, sino que se producen en nosotros. Por ello, prefiero hablar de emociones, englobando todo lo que se menciona: sentimientos, emociones y sensaciones.

Mi hipótesis es que las proto-emociones, lo que antiguamente se llamaban “apetitos naturales”: hambre, sed, sexo, etc., dan paso a una forma de consciencia que gusto en llamar proto-conciencia. Derek Denton lo ha explicado bastante bien en su libro El despertar de la consciencia. Coincido con él.

Por otra parte, la valoración del éxito de las acciones propias genera una emoción asociada con la acción. Las emociones positivas ¿no refuerzan el esquema de comportamiento que puede inferirse de la acción realizada con éxito? Desde este punto de vista, las emociones podrían ser un mecanismo de refuerzo, de retroalimentación, que permitiría generar esquemas de conducta nuevos.

Por último, no veo cómo un sistema artificial puede llegar a tener un sentimiento placentero al escuchar música, por ejemplo.

**7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

¿Hablamos de hoy? O ¿hablamos como Turing, de lo que puede llegar a ser? Si una

máquina superara sin duda alguna el test de Turing, no sólo habría exhibido inteligencia sino también originalidad y creatividad. Bueno, al menos tanta como la persona con la que uno habla durante un buen rato.

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en 2001: *Una Odisea del Espacio*, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

¿Cuál sería el mayor problema del centro de computación de Google?. ¿No sería que el suministro de energía eléctrica se interrumpiera definitivamente?.

¿Qué hemos hecho los humanos cuando otro país nos ha cerrado una fuente de recursos primarios (alimentos, energía, comercio, etc.)?. La respuesta durante siglos ha sido: guerra.

En la robótica más reciente se pretenden robots capaces de producir otros robots, no necesariamente iguales. Para sobrevivir, los robots necesitan energía. Si aunamos ambas ideas, se entiende lo de la lucha o guerra entre hombres y máquinas.

**9. ¿Cuál cree que es el papel de la IA. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?**

En las laborales lo veo claro. Desde los asistentes en Medicina, Economía, Agricultura, etc., hasta los sistemas automáticos de navegación (barcas, aviones, etc.) son logros de la I.A.

En lo demás no tengo opinión formada.

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que**

sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?

No tengo opinión.

**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

No lo creo.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la I.A., ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

Creo haber contestado ya a lo esencial en las primeras preguntas.

#### **10.1.5. Entrevista a David Casacuberta**

**1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial?**

Para mí la IA es una disciplina que busca simular la forma en que la mente humana funciona y así poder construir teorías sobre cómo pensamos, como decidimos, etc. Sería como la línea experimental de la ciencia y filosofía de la mente.

**¿ Considera que es sólo una simulación?.**

Sí. Creo que para pensar se necesita estar vivo. O sea un ser que tiene un cuerpo material, se adapta en función al ambiente y que como organismo autónomo se pone sus propias metas.

Un objeto artificial no está vivo pero, sobre todo, no es autónomo, ya que sus funciones, habilidades, etc. vienen definidas por el programador.

Quizás, algún día podamos tener robots autónomos, autopoieticos, que definen sus propias metas, pero ahora mismo nadie investiga en esa línea de manera que es solo especulación.

**2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible? En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

No creo que sea factible por las razones que te comentaba en la pregunta anterior. Consciencia implica ser vivo, implica ese proceso de autopoiesis, de darse uno mismo sus propias metas.

**3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

Ahí el tema está mucho más avanzado. El avance reciente en algoritmos probabilísticos ha hecho mucho más fácil aprender comportamientos a partir de ejemplos. Aquí ha ayudado mucho la gran cantidad de datos que son accesibles -big data- que permiten crear conjuntos de entrenamiento para redes neuronales mucho más grandes de lo que se tenía hasta ahora. La capacidad de traducción del Google Translate es un ejemplo perfecto.

**4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?**

Es un tema fuera de mi jurisdicción :)

**5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

La inteligencia está tan mal definida que todo dependerá de qué definición tomamos. Desde una perspectiva instrumentalista de inteligencia -resolver problemas- claramente los ordenadores están muy avanzados. Ya nos han superado en problemas a los que teníamos mucho cariño, como el ajedrez, y cada vez demuestran capacidades en temas que asociamos a los humanos.

En memoria nos ganan desde un sentido de fuerza bruta -tienen mucha más capacidad de almacenamiento pero su capacidad de recordar qué eventos son relevantes es mucho menos efectiva que la nuestra. Es lo que Dennet llamó el frame problem: la capacidad de descubrir dada una situación qué problemas son relevantes y por qué. Hay avances pero sigue siendo un problema muy complejo que no admite una solución general. Por lo que hace a la voluntad, ahora mismo es una pregunta sin sentido. Sin consciencia no hay voluntad, y la IA está muy lejos todavía de la consciencia.

**6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

Los ordenadores pueden sin duda generar emociones en humanos. Incluso los más pedestres. Pensemos en cómo nos enfadamos cuando el ordenador se cuelga. Con inteligencia emocional, podemos crear software capaz de reconocer las emociones humanas y reaccionar en consecuencia. Según se vayan desarrollando esas emociones, cada vez será más tentador atribuir emociones a esas máquinas, aunque strictu sensu solo sea una simulación. Si no fíjate en como están enganchandas algunas personas a Siri del Iphone.

**7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir**

**cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

Sí, sin duda. Los ordenadores pueden crear algo original, en el sentido de no estar directamente conectado con su programación. Es suficiente con que haya feedback externo que se procesa de forma algorítmica para tener variaciones y, si el programa está bien hecho poder generar algo creativo. Pensemos en una de las primeras I.A.s, un programa que demostraba teoremas del Principia Mathematica y halló una demostración a un teorema diferente a la Whitehead y Russell y que además sorprendió a los propios programadores.

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en 2001: Una Odisea del Espacio, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

Bueno, yo escribí un artículo de divulgación sobre el tema. Mi argumentación allí es que ese miedo a las máquinas es muy antiguo (las civilizaciones precolombinas ya hablan de una rebelión de los objetos) y que en parte es un miedo a lo desconocido y en parte es un miedo a plantearnos la posibilidad de que nuestro yo no es tan uniforme y coherente como nos gustaría.

**9. ¿Cuál cree que es el papel de la I.A. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?**

Ahora mismo es bastante marginal, y va ascendiendo poco a poco según entramos en el universo Big Data. El éxito de Google es en buena parte, el éxito de la IA: la capacidad de

descubrir patrones enterrados en millones de datos. Creo que cada vez veremos más IA hacia este línea y la I.A. clásica que quería entender cómo funciona la mente se irá debilitando progresivamente.

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?**

No conozco la teoría de Wolpert así que por ahí no puedo opinar. El arte híbrido ahora mismo está en proceso de definición y hay cosas potentes, cosas que me parecen un bluff y cosas que prometen pero que todavía tienen que madurar. Creo que las relaciones entre arte y ciencia son de mutuo enriquecimiento y si el arte híbrido algún día nos permite construir nuevas formas de ver el mundo, habrá sido una victoria tanto para el arte como para la ciencia.

**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

Totalmente de acuerdo con Wilson. La figura del artista capaz de hacerse propia la ciencia y crear algo que comunica, que plantea nuevas visiones de la realidad, y que puede funcionar como objeto aurático, puede ser central para luchar contra la cienciafobia de nuestra sociedad y conseguir que la ciencia también se vea como cultura.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo**

**de la I.A.?, ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

Bueno, es la movida esa de la singularidad, no?. Personalmente no me convence mucho, pero también he de confesar que nunca me lo he mirado en serio. Los investigadores en I.A. que conozco están o bien para simular modelos cognitivos de como funciona la mente -harían pues ciencia cognitiva con simulaciones- o bien gente en el mundo Big Data que buscan forma de extraer información y conocimiento de decenas de millones de datos en una base de datos. Diría que ya casi no quedan investigadores con el objetivo de crear seres autónomos artificiales. Algunos me he encontrado -de origen japonés sobre todo- pero diría que son minoría.

#### **10.1.6. Manuel González**

##### **1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial?**

La inteligencia Artificial (IA) se inició como disciplina en 1956, en la famosa reunión de Darmouth. Su objetivo era utilizar los grandes computadores desarrollados en torno a la segunda guerra mundial para investigar y entender la mente humana. Sesenta años después nos hemos aproximado al objetivo original: la historia de la IA se ha centrado en el desarrollo ingenieril pero no en el ámbito científico que propugnaba.

##### **¿ Considera que es sólo una simulación?**

Actualmente sí. Pero porque se impuso el programa denominado “computacionalista”. Actualmente existen otras corrientes minoritarias (dinamicismo, enactivismo,...) que buscan no reducirse a “simular” externamente funciones inspiradas en la mente humana.

##### **2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta**



**que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible? En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

Actualmente existe un programa de investigación denominado “Conciencia Artificial”. Hay varios niveles de consciencia y se intenta reproducir el más sencillo (se busca integrar información que resuene en cierta frecuencia y auto-monitorizar las acciones de la máquina para modelar una especie de “yo” interno.

Hay varios programas mundiales que están trabajando sobre estos conceptos. Antes del desarrollo tecnológico queda realizar una depuración conceptual y teórica previa.

**3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

En este ámbito existe mucho trabajo realizado y satisfactoriamente. Es el dominio del “machine learning” y se ha avanzado mucho en los últimos años.

**4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?**

Este ámbito busca encontrar cuáles son las claves que nos predisponen a interactuar con cierto tipo de objetos. Se están “antropomorfizando” máquinas o asistentes virtuales para que el efecto sea el de interacción entre humanos. Es un área sorprendente porque nos ilustra sobre fenómenos psicológicos novedosos como el “Uncanny valley”: un umbral por encima del cual, si la máquina se parece a nosotros nos provoca rechazo.

**5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

Si inteligencia lo identificamos con razonamiento, la I.A. tiene mucho estudio realizado: modelos de decisión, de cálculos de óptimos, sistemas lógicos, etc.

Respecto a la memoria, existen numerosas implementaciones (sobre todo basados en redes neuronales por su riqueza para registrar patrones) útiles en muchos ámbitos.

La voluntad (o la intencionalidad) es una categoría que la I.A. no tiene resuelta: en realidad es transferida la voluntad del ingeniero mediante un programa. No tiene nada que ver con la máquina.

**6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

Una sensación es la “toma de conciencia” de una “emoción”. Las emociones la IA las ha interpretado como algoritmos de reacción, de respuesta rápida, de fusión de información, etc. pero el tema de la conciencia no está resuelto. No creo que estas categorías vayan a poder ser explicadas en el marco actual de la I.A.

**7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

Hay una rama sobre “Creatividad computacional” que está ahora muy en boga. La respuesta sería “depende de a lo que se llama creativo”. Esta rama asume que un sujeto creativo es aquel que encuentra conexiones entre patrones poco evidentes. Desde ese punto de vista, una máquina puede ser creativa si tiene acceso a patrones de información y puede chequear todas sus combinaciones.

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en 2001: Una Odisea del Espacio, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las**

**posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

La ciencia ficción frente a las máquinas inteligentes reproduce sistemáticamente el conocido como “mito de Prometeo”: Prometeo le roba el fuego (símbolo del conocimiento técnico) a los dioses para dárselo a los hombres. Por ello es castigado a que un águila le devore el hígado cada mañana mientras permanece encadenado (por las noches el hígado se regenera para que al día siguiente suceda lo mismo). El mito intenta conjurar el miedo a “jugar a ser dioses” y a advertir de los peligros que conlleva.

**9. ¿Cuál cree que es el papel de la IA. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?**

Creo que actualmente pueden constituir sistemas de ayuda o de apoyo (simular escenarios de decisiones, modelos, etc.) pero no resuelven problemas esenciales de un modo autónomo: siguen necesitando un humano para su programación o mantenimiento.

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?**

La génesis de la Ciencia es puro arte. Los científicos utilizan analogías, metáforas, se dejan llevar por la intuición, las imágenes mentales, sueñan o recrean situaciones que no existe, etc. Posteriormente, sus descubrimientos los matematizan y borran la traza de todo lo que no sea formalización. Las habilidades artísticas son necesarias sino imprescindibles para ser un buen

científico.

**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

Creo que las comunidades científicas deben hacer mucho más por difundir su conocimiento para un público que no es experto. El artista puede y debe llamar la atención pero el científico debe comprometerse con explicaciones asequibles para la comunidad que, con sus impuestos, financia las investigaciones que se realizan.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la I.A., ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

No suelo identificarme con escenarios catastrofistas asociadas a nuevas tecnologías (es un fenómeno que se repite sistemáticamente: pasó con el ferrocarril, con la electricidad, con el teléfono,...).

Uno de los objetivos, así es, es diseñar objetos autónomos: que encuentren por sí mismos el mejor modo de resolver problemas.

El punto en el que las máquinas superarían a los humanos en inteligencia se conoce como “la singularidad” y se prevé que ocurrirá sobre 2050. Hay mucho escrito sobre ese momento pero la mayor parte no tiene fundamentos científicos.

### 10.1.7. Carlos León

**1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial? ¿Considera que es sólo una simulación?**

Desde un punto de vista técnico, la definición más aceptada es la que se puede encontrar en Wikipedia: La Inteligencia Artificial es una combinación de la ciencia del computador, fisiología y filosofía, tan general y amplio como eso, es que reúne varios campos (robótica, sistemas expertos, por ejemplo), todos los cuales tienen en común la creación de máquinas que pueden pensar. En ciencias de la computación se denomina inteligencia artificial (I.A.) a la capacidad de razonar de un agente no vivo. John McCarthy, acuñó el término en 1956, la definió: "es la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligente".

- Búsqueda del estado requerido en el conjunto de los estados producidos por las acciones posibles.
- Algoritmos genéticos (análogo al proceso de evolución de las cadenas de ADN).
- Redes Neuronales Artificiales (análogo al funcionamiento físico del cerebro de animales y humanos).
- Razonamiento mediante una lógica formal análogo al pensamiento abstracto humano.

También existen distintos tipos de percepciones y acciones, pueden ser obtenidas y producidas, respectivamente por sensores físicos y sensores mecánicos en máquinas, pulsos eléctricos u ópticos en computadoras, tanto como por entradas y salidas de bits de un software y su entorno software.

Varios ejemplos se encuentran en el área de control de sistemas, planificación automática, la habilidad de responder a diagnósticos y a consultas de los consumidores, reconocimiento de escritura, reconocimiento del habla y reconocimiento de patrones. Los sistemas de I.A. actualmente son parte de la rutina en campos como economía, medicina, ingeniería y la milicia, y se ha usado en gran variedad de aplicaciones de software, juegos de estrategia como

ajedrez de computador y otros videojuegos  
([http://es.wikipedia.org/wiki/Inteligencia\\_artificial](http://es.wikipedia.org/wiki/Inteligencia_artificial))

Es decir, no se trata de una opinión, sino de una definición. El concepto de simulación no es aplicable en la definición, puesto que la I.A., en general, no *simula*, sino que *emula* el comportamiento “inteligente”. El problema de definición de la I.A. no es el punto de vista técnico, sino de definición de la propia inteligencia.

**2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible? En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

Desde mi punto de vista, es factible una IA que supere el Test de Turing (es decir, sea indiferenciable de un humano en cuanto a su comportamiento se refiere). No hay nada que demuestre lo contrario. Sin embargo, lo más probable es que queden varias décadas (siendo optimistas).

Esta visión asume una definición mecanicista de la inteligencia. Si bien es posible “engañar” a un observador humano con una I.A., que la I.A. tenga conciencia es algo mucho más discutible.

**3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

Relativamente baja. El aprendizaje máquina esta por todas partes hoy en día, pero de momento las máquinas sólo son capaces de recoger muchos ejemplos y adaptarse a ellos, no son hoy en día capaces de aprender maneras nuevas de resolver problemas más allá de

ejemplos “de juguete”.

#### **4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?**

Es una definición muy genérica: cualquier fenómeno en el que las máquinas (ordenadores) y humanos interaccionan. Comprende el estudio de interfaces (gráficos, audio, texto) y maneras de comunicarse.

#### **5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

Separar inteligencia, memoria y voluntad es más poético que científico. No hay evidencia de que sean partes aisladas del cerebro.

La I.A. no puede hacer más que emular estos aspectos. Hoy en día el tamaño de los datos almacenado en ordenadores es vastísimo, y sin embargo la manera de almacenar esos datos no se parece en nada a la memoria humana.

La voluntad es un concepto que se escapa de lo puramente intelectual, y tiene componentes biológicos extra-psicológicos importantes. De nuevo, la I.A. (o, mejor dicho, *lo que sabemos* de IA) sólo puede emular estos aspectos, de momento no sabemos replicarlos.

Las máquinas, eso sí, pueden servir como herramienta para el desarrollo de estos y otros aspectos intelectuales humanos. Pueden “ampliar” nuestra memoria, facilitarnos procesos intelectualmente costosos y ayudarnos a decidir. Pero, en cualquier caso, siguen siendo problemas humanos.

#### **6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

No se ha logrado tal cosa. Y, desde luego, para generar en las máquinas sentimientos

tendríamos que saber en qué consisten. Los ordenadores y la IA no son más que programas de ordenador: no tienen terminaciones nerviosas, ni pulso cardíaco, ni hormonas. Que sepamos, generar emociones sin estos factores es complicado, al menos hasta donde sabemos de lo que es una emoción.

**7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

Llevo unos años trabajando en la creatividad de los sistemas inteligentes. Mis conclusiones actuales son que uno de los problemas principales es la definición de creatividad.

Sabemos que algo creativo, al menos, ha de ser creado. Desde luego, los ordenadores pueden hacer eso y lo hacen.

¿Qué supone ser original?. Si supone algo totalmente nuevo, no creado antes, los ordenadores también pueden hacerlo.

¿Y que sirva como ejemplo de un dominio?. Por ejemplo, que lo nuevo y original se reconozca como un cuadro. También pueden hacerlo los ordenadores.

El problema viene porque un programa de I.A. no utiliza los mismos procesos que nosotros. No “está inspirado”, no “busca la belleza” y no tiene noción de impacto artístico. Sólo ejecuta algoritmos diseñados para generar obras que parecen generadas por un humano, y, si el programa es efectivo en su cometido, parecerán obras creativas.

Pero no tenemos una definición *formal* de creatividad, porque no es un término formal. Es decir, no podemos *medir* la creatividad como medimos el tiempo que ha tardado un programa en generar una historia. La semántica de la palabra creatividad es personal, social y evoluciona. Desde un punto de vista formal, Wittgenstein elaboró toda una filosofía a partir de la cual tiene sentido afirmar que decir que “una máquina ha sido creativa” no va más allá de la opinión particular de lo que es la creatividad y de la actuación de la máquina.



En resumen: en mi opinión, un programa de ordenador puede generar contenido que podría ser calificado de creativo por un público humano.

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en *2001: Una Odisea del Espacio*, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

Si te refieres a la reacción de ser apocalíptico en cuanto a lo desconocido, es algo común. El tren, la electricidad, el submarino... todos los avances sorprendentes tienen históricamente opiniones legas catastróficas en las que se mezcla el miedo a lo desconocido y la búsqueda del éxito literario. No sabemos si emularemos sentimientos con la eficacia que se muestra en las películas, pero lo que es casi seguro es que las máquinas no se harán con el control. Un ordenador sólo es una calculadora con más capacidad de cómputo y que puede hacer instrucciones más complejas. Si una máquina quiere el control, con desenchufarla, lo recuperamos.

Por otro lado, es muy dudoso (o está demasiado lejos en el tiempo, con toda probabilidad) que la máquina quiera saber “quién es” sin que su programador sea consciente de ello. Tenemos el control sobre lo que programamos.

**9. ¿Cuál cree que es el papel de la IA. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?**

Cada vez más, puede jugar un rol importante. Hoy en día las máquinas no son autónomas, pero pueden ayudar. En el mundo de la Creatividad Computacional hemos programado

sistemas que completan historias parciales, acompañan a músicos generando líneas de bajo y batería y mejoran pinturas. Según avance la ciencia en este aspecto, la ayuda de los programas de Creatividad Computacional será mayor.

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?**

Estas definiciones no dejan de ser arbitrarias. La palabra “arte” ha cambiado de significado a lo largo de la historia, y no tiene una semántica fija. Volviendo al tema de la filosofía del lenguaje, que hablemos de *arte* o de *ciencia* no significa que existan como conceptos en la naturaleza. Cuando hablamos de *arte* nos referimos a una serie de actividades y obras, y en muchísimos casos no hay consenso sobre *lo que es arte y lo que no lo es*.

Lo cual no significa que no haya producción artística, ni que la ciencia y el arte no estén relacionadas, ni que la frase de Wolpert sea verdad. En el Renacimiento el artista y el científico eran en muchos casos la misma persona y consideraban su labor como diferentes producciones de la actividad creadora.

En definitiva, el arte se sirve de la ciencia, y la ciencia de arte, aunque no tengamos 100% definido qué es arte y qué es ciencia.

**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

De nuevo, que mucha gente no diga que la ciencia es cultura no quiere decir que todo el

mundo lo acepte (aunque se escriban libros que así lo digan). Por otro lado, personalmente no creo en tal cosa como “la figura del artista”.

Muchos (muchísimos) avances científicos ya están en la sociedad. De hecho, casi todos, y los que no lo están es casi siempre porque no están terminados. ¿Necesita un iPhone un mediador para llegar a la sociedad?. ¿Y Google? Ambos son casos de ciencia y ambos crean cultura y son aceptados como tal. Otra cosa es que muy buena parte de la comunidad científica no esté en los circuitos llamados culturales. Pero eso es lo mismo que el hecho de que buena parte de la comunidad artística no está en los circuitos científicos. Lo ideal (en mi opinión) sería una conexión más estrecha entre ambos mundos, quizá resucitando el ideal humanista en contraposición al experto de una sociedad industrial que tenemos hoy en día, pero sospecho que un músico no quiere oír hablar de grafeno y que un doctor en mecánica cuántica no opina que su trabajo pueda ser mejorado por acudir al MOMA.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la I.A.?, ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

No puedo hablar por toda la comunidad científica, pero te puedo contestar como investigador en I.A.: a lo que yo (y muchos) aspiramos es a:

1) Crear máquinas (en realidad, programas de ordenador) que resuelvan problemas cada vez más complejos y puedan ayudar al hombre.

2) Llegar (algún día) a hacer una máquina cuyo comportamiento “intelectual” sea, desde fuera, indistinguible de un humano.

3) Entender cada vez más los procesos psicológicos que, juntos, forman lo que llamamos inteligencia y aplicarlos a programas de ordenador.

La singularidad en la que las máquinas se vuelven más inteligentes que los humanos es sólo una hipótesis futurista. Aunque nada lo impide, nada asegura que eso sea posible. No va a ocurrir en breve, eso casi seguro. Y si pasara, dudo que (como aparece en la ciencia ficción) se hiciera con “el control”.

### **10.1.8. Ramón López**

#### **1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial?**

Dependiendo de si hablamos de “Weak AI” o “Strong AI” se pueden dar las siguientes dos definiciones:

- “La ciencia e ingeniería que permiten diseñar y programar máquinas capaces de hacer tareas que requieren inteligencia para ser hechas”.
- “La ciencia e ingeniería que permitirán replicar (o incluso superar) la inteligencia humana mediante máquinas”.

La primera corresponde a la versión “débil” de la I.A. mientras que la segunda sería la versión “fuerte”. El objetivo de la I.A. “fuerte” es igualar (e incluso superar) la inteligencia general humana: Las máquinas inteligentes tendrán una “mente” (estados mentales, consciencia, etc.). Sin embargo en la “débil” las máquinas pueden mostrar inteligencias especializadas (es decir no generales) sin preocuparnos de si tienen o no estados mentales, consciencia, etc.

#### **¿Considera que es sólo una simulación?**

¡En absoluto! Ni en su versión débil ni en su versión fuerte las máquinas no simulan sino que emulan la inteligencia ya sea humana o de otros animales. Nuestros robots cuando juegan a fútbol no simulan que juegan sino que juegan de verdad!, de la misma forma que un piloto automático de un avión no simula que pilota el avión sino que lo pilota de verdad o Deep Blue no simulaba que estuviera jugando al ajedrez sino que jugaba de verdad. En todos estos casos

se emula comportamiento y capacidades humanas para llevar a cabo estas actividades.

**2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible? En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

Estos aspectos tampoco son posibles para nosotros los seres humanos. Nacemos con una enorme cantidad de pre-programación y la más importante pre-programación es la capacidad para aprender. Los humanos tampoco podemos hacer nada que vaya más allá del cómputo. Somos máquinas procesadoras de información pero, obviamente muy sofisticadas. El cerebro es una máquina pero no como las que estamos habituados. Es una máquina que está continuamente cambiando su configuración o arquitectura (sus conexiones), inhibiendo o activando sinapsis mediante la extensión y contracción de las espinas dendríticas de las neuronas. Esta propiedad se llama “plasticidad” y es quizás la característica más fundamental que le permite adaptarse. Estos cambios parece que pueden tener lugar en tiempos del orden de un segundo. Una de las teorías más sólidas sobre como memorizamos a largo plazo se basa en esta plasticidad.

Las redes neuronales artificiales son capaces de llevar a cabo procesos de aprendizaje inspirados en un modelo de reforzamiento de las sinapsis entre neuronas, propuesto por Donald Hebb, que a su vez está asociado con la plasticidad. Sin embargo tanto éste como otros modelos matemáticos distan todavía mucho de ser modelos realistas del cerebro. Las neuronas reales poseen complejas arborizaciones dendríticas con propiedades electroquímicas nada triviales. Pueden contener conductancias iónicas que producen fuertes no-linealidades. Pueden recibir decenas de millares de sinapsis variando en posición, polaridad, magnitud, etc.

se sospecha incluso que pueda haber fenómenos cuánticos en sus efectos sobre la membrana post-sináptica. Toda esta complejidad queda muy lejos de los modelos computacionales actuales pero teniendo en cuenta que la I.A. tiene solamente 56 años de existencia estoy seguro que es cuestión de tiempo poder llegar a tener modelos computacionales del cerebro suficientemente realistas.

La consciencia, ¡nadie sabe lo que es!. No hay dos filósofos de la mente que estén de acuerdo en que es la consciencia. Creo que en un futuro precisamente gracias a la I.A. llegaremos también a explicar muchos aspectos de la consciencia. En mi opinión es una propiedad emergente del cerebro y muy posiblemente en futuras inteligencias artificiales de carácter general también emergerá algún tipo de consciencia. En cualquier caso, por muy inteligentes que lleguen a ser las futuras inteligencias artificiales, de hecho siempre serán distintas a las inteligencias humanas (y por consiguiente sus posibles “consciencias” también) ya que las inteligencias dependen de los cuerpos en los que están situadas. Eso es así debido a que el desarrollo mental que requiere toda inteligencia compleja depende de las interacciones con el entorno y estas interacciones dependen a su vez del cuerpo, en particular del sistema perceptivo y del sistema motor. Ello junto al hecho de que las máquinas muy probablemente seguirán procesos de socialización y culturización distintos a los nuestros incide todavía más en el hecho de que, por muy sofisticadas que lleguen a ser, serán inteligencias distintas a las nuestras. El hecho de ser inteligencias ajenas a la humana y por lo tanto ajenas a los valores y necesidades humanas nos debería hacer reflexionar sobre posibles limitaciones éticas al desarrollo de la Inteligencia Artificial.

### **3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

Actualmente hay técnicas de aprendizaje, como por ejemplo el aprendizaje por refuerzo, el

aprendizaje por analogía y el aprendizaje por transferencia que ya permiten que las máquinas usen modelos que han aprendido en un dominio dado para resolver otros problemas en dominios similares.

#### **4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?**

Las modalidades de interacción son principalmente mediante lenguaje (escrito y hablado) y visión. La unión de ambos es fundamental para una interacción lo más natural posible. Ya ha habido progresos muy significativos en procesamiento del lenguaje y también en interpretación del lenguaje gestual y reconocimiento de actividades mediante procesamiento visual.

#### **5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

En memoria las máquinas nos superan ampliamente. En inteligencia general obviamente no (en inteligencia especializada también nos superan). En cuanto a los de la voluntad no sé muy bien si te refieres a algo parecido a “intencionalidad” para alcanzar un objetivo o cumplir un deseo. Si es así ya existen modelos computacionales llamados BDI (Beliefs, Desires and Intentions) que modelizan estos aspectos.

#### **6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

Actualmente, aunque sabemos como hacer para que una máquina transmita emociones (por ejemplo sintetizando música expresiva) y también que reconozca emociones (analizando expresiones faciales por ejemplo), lo que está claro es que actualmente esas máquinas no sienten emociones. Hay toda un área de la I.A. llamada “Affective Computing” (ver por

ejemplo el libro de Rosalind Picard) que precisamente trata toda esta temática. No descarto que, al igual que con la consciencia, si un día tenemos máquinas con inteligencia general en el sentido de la I.A. “fuerte” entonces es posible que tengan algo parecido a emociones, sentimientos, etc.

**7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

En lugar de dar aquí una respuesta muy larga te adjunto un artículo y una presentación que tengo sobre este tema. En resumen mi respuesta es que sin duda las máquinas pueden ser creativas y capaces de generar obras de arte originales, ya tenemos algunos ejemplos (ver “The Painting Fool” de Simon Colton o nuestro sistema de síntesis de música expresiva que genera interpretaciones originales, en mi página web se pueden oír algunos resultados). En particular, la sinergia resultante de la colaboración “artista-máquina” permitirá una exploración más exhaustiva del espacio de ideas nuevas (por ejemplo nuevas combinaciones de colores, texturas, formas, etc. en el campo de las artes plásticas o nuevas combinaciones de notas, timbres, ritmos, armonías, etc. en el caso de la música).

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en *2001: Una Odisea del Espacio*, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

No creo que nos quieran advertir de nada. Creo que un argumento de una película o novela en el que las máquinas/robots son rebeldes/malas es mucho más atractivo para que tenga éxito



que lo contrario. Obviamente también es cierto que en parte ello refleja el miedo a lo desconocido, a la tecnología en tanto que causa de desempleo (recordemos que durante la revolución industrial se llegaron a quemar telares), etc. Por lo tanto es una reacción normal.

**9. ¿Cuál cree que es el papel de la IA. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?**

Creo que actualmente la informática ya juega un papel fundamental en todas esas actividades y lo seguirá jugando cada vez más. Si además la máquina es inteligente entonces el papel que jugará será incluso mayor. De hecho socializaremos con futuros robots y ello cambiará nuestra forma de ver y hacer todas esas actividades.

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?**

Creo que la diferencia entre arte y ciencia va decreciendo y que no solamente la ciencia aporta al arte (lo cual es obvio) sino que el arte también va a influir cada vez más en la ciencia por ejemplo en la creatividad computacional.

**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

Cuando uno ve que la inmensa mayoría de los estudiantes de secundaria prefieren hacer estudios de humanidades o sociales no es de extrañar que la sociedad no entienda los avances

científicos. En China o India, por ejemplo, aproximadamente el 70% de los estudiantes que entran en la universidad es para hacer carreras de ciencias o ingenierías. No es que la ciencia no se considere cultura, es que los políticos no creen en la ciencia (dicen e insisten que sí pero los hechos les contradicen) y por consiguiente no hacen nada para cambiar la situación. La mayoría de nuestros políticos han estudiado derecho o económicas.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la I.A., ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

Mi respuesta a la primera pregunta de esta entrevista creo que también sirve para responder a esta última. Pero creo que debo elaborar más la respuesta:

El objetivo último de la Inteligencia Artificial, lograr que una máquina tenga una inteligencia de tipo general, comparable aunque obligatoriamente no igual, como veremos más adelante, a la humana, es uno de los objetivos más ambiciosos que se ha planteado la ciencia. Por su dificultad, es comparable a otros grandes objetivos científicos como explicar el origen de la vida, el origen del universo o conocer la estructura de la materia. A lo largo de los últimos siglos, este afán por construir máquinas inteligentes nos ha conducido a inventar distintos modelos del cerebro humano. Actualmente el modelo dominante es el ordenador digital pero últimamente la Web se empieza a proponer como un posible modelo para la Inteligencia Artificial. En particular para resolver el principal problema al que se enfrenta la Inteligencia Artificial: la adquisición de conocimientos de sentido común. Los conocimientos de sentido común no se suelen recoger en libros o enciclopedias y sin embargo todos poseemos una gran cantidad de estos conocimientos. Un ejemplo es “el agua siempre fluye de arriba hacia abajo”. Es un hecho que no recogen las enciclopedias y sin embargo hay cerca de

diez mil páginas web que sí mencionan este hecho. Lo mismo ocurre con muchos miles de conocimientos similares y por este motivo la web constituye el mejor repositorio de conocimiento de sentido común que tenemos actualmente.

No todo el mundo está de acuerdo en que ésta sea la mejor manera de dotar a las máquinas de sentido común. Otra aproximación es la denominada “cognición situada”. Es decir, situar a la máquina en entornos reales, como ocurre con los seres humanos, con el fin de que tengan vivencias (experiencias) que les doten de sentido común mediante aprendizaje (developmental learning). Esta cognición situada requiere pues que la I.A. forme parte de un cuerpo (“embodied AI”). El cuerpo conforma la inteligencia (“the body shapes the way we think”) y por lo tanto sin cuerpo no puede haber inteligencia general completa aunque sí es posible desarrollar algún tipo de inteligencia abstracta sin un cuerpo (por ejemplo los demostradores de teoremas matemáticos como OTTER, que demostró la conjetura de Robbins, una cuestión tan complicada que ocupó al matemático durante más de 60 años y nadie consiguió demostrarla hasta que un programa de I.A. lo consiguió. Creo que es un buen ejemplo de creatividad computacional.

Poseer sentido común es el requerimiento fundamental para que las máquinas actuales dejen de tener inteligencias artificiales especializadas y empiecen a tener inteligencias artificiales de tipo general. En efecto, actualmente todavía nos encontramos con importantes dificultades para que una máquina comprenda completamente frases relativamente sencillas o bien sea capaz de describir cualquier una escena visual, desde una puesta de sol a las múltiples cosas que ocurren en un cruce de calles, o incluso sea capaz de caminar sobre dos patas. Posiblemente la lección más importante que hemos aprendido a lo largo de los 56 años de existencia de la inteligencia artificial es que lo que parecía más difícil (diagnosticar enfermedades, jugar al ajedrez a nivel de gran maestro, etc.) ha resultado ser relativamente fácil y lo que parecía más fácil ha resultado ser lo más difícil.

Las capacidades más complicadas de alcanzar son aquellas que requieren interaccionar con entornos no restringidos: percepción visual, comprensión del lenguaje, razonar con sentido común y tomar decisiones con información incompleta. Diseñar sistemas que tengan estas capacidades requiere integrar desarrollos en muchas áreas de la Inteligencia Artificial. En particular, necesitamos lenguajes de representación de conocimientos que codifiquen información acerca de muchos tipos distintos de objetos, situaciones, acciones, etc., así como de sus propiedades y de las relaciones entre ellos. También necesitamos nuevos algoritmos que, en base a estas representaciones, puedan responder de forma robusta y eficiente preguntas sobre prácticamente cualquier tema. Finalmente, dado que necesitarán conocer un número prácticamente ilimitado de cosas, estos sistemas deberán ser capaces de aprender nuevos conocimientos de forma continua a lo largo de toda su existencia. En definitiva, además de progresos individuales en cada una de estas áreas, debemos también diseñar sistemas que integren percepción, representación, razonamiento, acción y aprendizaje. Éste es el problema más importante en I.A. ya que no sabemos como integrar todos estos componentes de la inteligencia. Insistiendo en lo que he apuntado al principio, necesitamos arquitecturas cognitivas que integren a estos componentes de forma adecuada.

Entre las actividades futuras, creo que los temas de investigación más importantes seguirán siendo el aprendizaje automático, los sistemas multiagente, el razonamiento espacial, la planificación de acciones, el razonamiento basado en la experiencia, la visión artificial, la comunicación multimodal persona-máquina y la robótica humanoide y animaloide y en particular la robótica del desarrollo (“developmental robotics”), inspirada en la psicología del desarrollo de Piaget. En el caso de la robótica, veremos progresos significativos gracias a las aproximaciones biomiméticas para reproducir en máquinas el comportamiento de, inicialmente, animales tales como insectos: Un ejemplo es nuestros trabajos en “robot homing” basados en cómo la hormiga “Cataglyphis” se orienta en el desierto modelizándolo

matemáticamente mediante el Average Landmark Vector. Otro ejemplo son los robots que se orientan percibiendo las variaciones locales del campo magnético terrestre mimetizando así lo que hacen unas langostas caribeñas (*Panulirus Argus*) y otros animales.

No se trata únicamente de reproducir el comportamiento de un animal sino de comprender como funciona el cerebro que produce dicho comportamiento. Se trata de construir y programar circuitos electrónicos que reproduzcan las secuencias de órdenes que el cerebro genera para producir los movimientos (de las alas, las patas, etc.). Los biólogos están interesados en los intentos de fabricar un cerebro artificial porque es una manera de comprender mejor el órgano y los ingenieros buscan información biológica para hacer diseños más eficaces. Mediante la biología molecular es posible identificar que genes y que neuronas juegan un papel en estos movimientos.

Otra importante fuente de inspiración es la ciencia de materiales, y en particular nanomateriales. Por ejemplo para el desarrollo de músculos artificiales una posible tecnología consiste en cintas de nanotubos de carbono que multiplican por dos su anchura cuando son sometidos a un voltaje. Paquetes de estas cintas podrían mimetizar las extensiones y contracciones de las fibras musculares; otra aproximación consiste en intercalar capas de caucho de silicio con capas de polímero electro-activo de tal forma que el conjunto flexiona al aplicar un campo eléctrico. También hay resultados interesantes en cartílagos artificiales contruidos mediante filamentos de polímeros y moléculas atractoras de agua para mimetizar las propiedades de los cartílagos naturales. Finalmente, se están usando compuestos de caucho de silicona cargado con nanopartículas de níquel para pieles artificiales ya que la resistencia del compuesto disminuye con la presión a que es sometido, o también sensores capacitivos cuya capacidad cambia con la presión.

Esta aproximación pluridisciplinar a la I.A. mimetizando a la biología y el uso de resultados en ciencia de materiales puede producir un efecto sinérgico que cambie

profundamente la naturaleza de la I.A. e incluso quizá nuestra comprensión de que es la inteligencia.

En cuanto a las aplicaciones las más importantes serán aquellas relacionadas con la web, los videojuegos, los robots autónomos (en particular los automóviles con pilotaje automático, sillas de ruedas autónomas, robots domésticos, robots de exploración de planetas, etc), la economía también usará cada vez más modelos de IA, en particular agent-based models para simular interacciones entre grandes cantidades de agentes y predecir posibles situaciones de crisis. También en biología molecular y farmacología veremos un uso cada vez más intensivo de la I.A. Por ejemplo muchos fármacos tienen efectos secundarios inesperados, por ejemplo la Viagra que inicialmente se desarrolló para hipertensión resultó ser muy efectiva para tratar la disfunción eréctil o la lovastatina, un efectivo tratamiento de la hipercolesterolemia, ha resultado ser un potente antibiótico. Pues bien, en lugar de esperar que estos beneficiosos efectos secundarios se descubran por casualidad, investigadores en farmacología aplican técnicas de I.A. para predecir que fármacos ya existentes pueden tener otros usos terapéuticos y en particular predecir las propiedades antibióticas de dichos fármacos con la consiguiente ganancia de tiempo que ello supone frente al desarrollo y aprobación de un nuevo fármaco.

Creo que en los próximos años veremos avances muy significativos en Sistemas Integrados (es decir sistemas que cubran todo el espectro que va desde la percepción hasta la acción pasando por el aprendizaje, razonamiento, planificación y comunicación). Los ejemplos más claros de sistemas integrados son los robots autónomos. Para realizar estos avances, tal como ya he mencionado, la I.A. se aliará cada vez más con la neurociencia, la nanotecnología, y la ciencia y tecnología de nuevos materiales. Solamente así podremos desarrollar robots con sistemas perceptivos más cercanos a los nuestros (incluyendo pieles artificiales de alta sensibilidad) y fabricados con materiales blandos para que sean menos peligrosos en caso de colisión involuntaria con seres humanos cuando compartamos nuestros

espacios vitales.

### **10.1.9. Manuel Moreno**

#### **1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial?**

La inteligencia artificial consiste en que sistemas ideados por la inteligencia humana sean capaces de replicar las características fundamentales de ésta: autoconciencia, capacidad de abstracción y libre voluntad.

#### **¿ Considera que es sólo una simulación?**

Hasta ahora sí.

#### **2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible? En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

Puede ser factible, pero no antes de que se llegue a entender en qué mecanismos reside la autoconciencia y la capacidad de abstracción. En cualquier caso, el tiempo que queda para conseguirlo estimo que se debe medir como mínimo en décadas.

#### **3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

Muy limitada. Los sistemas artificiales actuales carecen de capacidad de abstracción.

#### **4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina?**

En la capacidad de establecer una comunicación bidireccional que sea comprensible por

ambas partes.

**¿Cuáles son los tipos?**

No lo sé, no es mi especialidad.

**5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

Orientadas correctamente pueden constituir un refuerzo para ellas.

**6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

Sensaciones probablemente sí, pero no creo que sean capaces de generar sentimientos.

**7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

Sí en caso de que sean realmente inteligentes.

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en 2001: *Una Odisea del Espacio*, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

Sí, no creo que el desarrollo de sistemas inteligentes artificiales represente ningún problema para la especie humana.



**9. ¿Cuál cree que es el papel de la IA. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?**

Cuando se acabe de desarrollar plenamente la I.A. producirá un cambio radical en la forma en que nos relacionamos entre nosotros y con sistemas artificiales.

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?**

No, esta es una visión sumamente reduccionista. El arte auténticamente híbrido puede también contribuir directamente al proceso de creación técnica o científica.

**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

Sí, aunque reducido a esta función se estaría hablando de un diseñador más que de un artista propiamente dicho.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la I.A., ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

En mi opinión intentan aprender aspectos básicos de la inteligencia humana tratando de crear sistemas que repliquen parte de sus funciones. En caso de llegar a construir sistemas

artificiales realmente inteligentes no creo que se llegue a producir una situación de enfrentamiento, sino más bien de cohabitación natural.

#### **10.1.10. Sergio Moriello**

##### **1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial? ¿Considera que es sólo una simulación?**

Es el tratar de reproducir la inteligencia humana en un artefacto artificial. Adicionalmente, las investigaciones nos sirven como espejo para estudiar nuestra inteligencia y corroborar o refutar hipótesis. Si bien la simulación es importante, lo interesante es crear una inteligencia genuina.

##### **2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible? En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

En mi opinión, hay algunas cosas que se van a poder realizar y otras no tanto. Depende también de cómo definamos los términos. Antes de Deep Blue, se consideraba que jugar bien al ajedrez era una muestra de gran inteligencia, lo cual llevó a la redefinición de lo que entendemos por inteligencia. Del mismo modo, ocurre con la consciencia.

##### **3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

Hasta donde sé, hay importantes avances en cuanto al aprendizaje de máquina y en aprender modelos de comportamiento. Los robots sociales son una interesante línea de

investigación en ese sentido ya que sumerge al autómata en un mundo de humanos.

**4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?**

Consiste en una comunicación biunívoca y relativamente íntima entre el hombre y la máquina. Los tipos dependen del avance tecnológico. Hoy se avanzó mucho en interfaces gestuales, biométricas e incluso cerebrales.

**5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

En el caso de la memoria puede hacer mucho, ya que se trata de un registro bastante objetivo y no como el caso humano que intervienen las emociones y la fantasía. En cuanto a la inteligencia, como dije, depende de la definición. Si nos atenemos a la clasificación de Gardner, falta mucho para la inteligencia corporal, intrapersonal, interpersonal y ecológica. Con respecto a la voluntad, percibo que hay un largo camino por recorrer.

**6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

Seguramente que sí. Aunque hay que tener en cuenta que no se tratará de emociones y sentimientos del tipo humano, sino de algo diferente. Es lo mismo que la luz natural del Sol y la luz artificial de una bombilla incandescente.

**7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

La combinación de elementos puede dar origen a la originalidad (valga la redundancia). En el caso de las máquinas, y dado su enorme poder de cálculo y ausencia de fatiga, puede ser

una característica muy buscada. No obstante, la creatividad del ser humano presenta un componente espiritual difícil de reproducir.

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en 2001: Una Odisea del Espacio, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

De acuerdo con algunas películas (Matrix, Yo robot), parece razonable el que las máquinas concluyan que para salvar al planeta la raza humana debe desaparecer (o, al menos, cambiar mucho). Por ejemplo, el no poder cumplir con los pactos de Kyoto es una muestra de nuestra falta de madurez. Cuando el médico nota un órgano disfuncional o con cáncer, lo elimina para salvar al organismo. De la misma forma, si consideramos al planeta Tierra como un gran organismo y los humanos simplemente como una especie más (y no los “reyes de la creación”), racionalmente es lógico eliminarlos para salvar a un todo mayor. No obstante, confío en que el Hombre establezca mecanismos defensivos en sus máquinas (como el cinturón de seguridad y los airbags en los automóviles).

**9. ¿Cuál cree que es el papel de la I.A. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?**

Ya hay máquinas que escriben poemas, pintan y hasta componen música. También los videojuegos son cada vez más realistas y atrapantes. En cuanto a las actividades sociales, Internet, facebook y tweeter ya conectan a millones de humanos de distinta raza, género, credo, edad y posición social. Y ni qué decir de los avances en cuanto a lo laboral.

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?**

Creo que el arte y la tecnología se fertilizan mutuamente. Para generar productos industriales es necesario el arte. Por ejemplo, los productos de la empresa Apple (Mac, iPhone, iPad, iPod) son, desde el punto de vista del diseño, impecables.

**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

Puede ser, pero ese artista debería tener buenos conocimientos tecnológicos y una gran creatividad tanto para nuevos usos como para transmitir la tecnología al gran público. Se necesitan buenos divulgadores de las TICs.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la I.A., ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

No sé hasta qué punto los investigadores piensan en la trascendencia de los objetos inteligentes tanto en el espacio como en el tiempo... y también dudo de que puedan hacerlo. Los sistemas complejos dependen mucho de las condiciones iniciales y no son deterministas. Nadie puede prever lo que va a pasar a largo plazo (e, incluso, en el mediano). Como mencioné anteriormente, si el Hombre puede insertar mecanismos de defensa en los objetos

inteligentes (como un botón de parada, por ejemplo), se podrían evitar muchos dolores de cabeza. Lo que pasa es que si dejamos a las máquinas su auto-reproducción (máquinas que diseñan y fabrican a otras máquinas), el futuro puede tornarse apocalíptico. Mi visión de futuro –tal vez utópico– es del tipo “Viaje a las Estrellas”, donde el Comandante Data tenía una inteligencia genuina (no completamente humana sino diferente) pero fundamentalmente bondadosa y moral.

#### **10.1.11. Alejandro Pazos**

**1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial? ¿Considera que es sólo una simulación?**

No, se trata de conseguir que entes artificiales presenten un comportamiento que si fuese llevado a cabo por un humano se diría que este humano es inteligente.

**2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible? En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

De momento, nos conformamos con crear entes artificiales representen más o menos adecuadamente algunas de las características que se consideran intrínsecas de los seres inteligentes, como es la capacidad de aprendizaje. Con los modelos actuales de I.A. algunas de las pretensiones que propone, como la consciencia, parecen estar fuera de alcance.

**3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

La que le proporciona la posibilidad de que las máquinas empleen modelos y analogías en la resolución de problemas, o lo que es lo mismo, establecer la capacidad de abstracción de las máquinas, tal como propuso y demostró Craik (Universidad de Cambridge), en 1943, en su libro "The Nature of Explanation".

#### **4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?**

Este es un viejo problema sin resolver desde 1940, cuando N. Wiener establece la Cibernética como la rama de la Ciencia que se ocupa de estudiar la comunicación entre las máquinas y los humanos.

#### **5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

Los sistemas de memoria artificial, tanto local como distribuida ya están bastante evolucionados. Reproducir la voluntad en seres artificiales ya está demostrado desde el año 1943 que puede hacerse, por Rosembueth, Wiener y Bigelow (1943), del MIT, en su artículo "Behaviour, Purpose and Teleology" en el que sugieren distintas formas de conferir fines y propósitos a las máquinas, es decir, hacerlas teleológicas.

#### **6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

Si se trata, como parece, de procesos físicos y químicos podrán ser formalizables e implementados en sistemas artificiales inteligentes.

#### **7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

Ya se está desarrollando con bastante éxito desde hace algunos años la creatividad computacional, incluso en ámbitos artísticos como la pintura y la música.

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en *2001: Una Odisea del Espacio*, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

Claro, lo normal es que se interprete en esta dirección.

**9. ¿Cuál cree que es el papel de la I.A. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?**

Parece que será un papel coprotagonista y que posiblemente no tardando mucho compartamos la sociedad con seres artificiales inteligentes de forma natural en una especie de sociedad híbrida.

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?**

Está claro que el arte está íntimamente relacionado con la creatividad. Y desde la Ciencia se pueden implementar “cientefactos” creativos. Así, la Ciencia va a aportar, y ya está aportando, al arte algo más que nuevas maneras de ver el mundo.



**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

Yo creo que el artista esta para interpretar el arte, no para hacer de mediador, aunque con su propia actividad ya está siéndolo. Su principal función es ser actor, no mediador, aunque en parte lo sea.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la I.A., ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

Los investigadores en el ámbito de la I.A. que yo conozco persiguen implementar entes artificiales que reproduzcan alguna de las características que se le atribuyen a los seres inteligentes. No vamos más allá. Esto ya es lo suficientemente complejo como para para plantearse otros retos que , hoy por hoy, nada significan al margen de la ciencia-ficción.

#### **10.1.12. José Luis Salmerón**

**1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial? ¿Considera que es sólo una simulación?**

Considero que la inteligencia artificial es realmente un tipo diferente de inteligencia. No siempre se realizan los mismos procesos de razonamiento en el ámbito artificial que en el humano.

**2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta**

**que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible? En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

La conciencia es algo difícil de decir. No obstante la replicación ya está desarrollado y la capacidad de dar respuestas inéditas también.

**3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

Una amplia capacidad puesto que existen técnicas para ello como la programación genética.

**4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?**

Los diferentes intercambios de información entre los dos elementos. Es un tema muy amplio y no es mi especialidad.

**5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

Inteligencia: Se puede hacer máquinas inteligentes.

Memoria: Se puede disponer de memoria selectiva y razonamiento basado en casos pasados.

Voluntad: El objetivo de cada sistema podría identificarse como su voluntad.

**6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

No en el sentido humano pero si los equivalentes a nivel artificial.

**7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

Pueden ser muy creativos. Hay muchas patentes que se deben a la creatividad de máquinas dotadas de inteligencia artificial.

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en *2001: Una Odisea del Espacio*, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

Obviamente lo veo anómalo. Para ello las máquinas tendrían que tomar consciencia de si mismas y eso no lo veo en el horizonte cercano.

**9. ¿Cuál cree que es el papel de la I.A. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales**

Servir de apoyo y facilitar la actividad humana.

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?**

No conozco el arte híbrido ni creo que a priori aporte nada el arte a la ciencia.

**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

Creo que hay demasiados divulgadores científicos y mal pagados científicos reales.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la I.A., ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

Es posible, en muchos casos las máquinas ya son superiores a los humanos.

#### **4.10.13. Francisco Vico**

**1. Para usted, ¿en qué consiste la Inteligencia Artificial?**

Diseñar máquinas con un comportamiento complejo y dirigido.

**¿Considera que es sólo una simulación?**

No es una simulación, en tanto que no tiene por qué emular algo conocido.

**2. Pese a que se ha avanzado enormemente en el campo de la Inteligencia Artificial, falta que puedan realizar acciones que no se aprenden, como la consciencia (que la máquina contenga su propio esquema), la replicación, la capacidad de dar respuestas inéditas más allá del cómputo o manejo de grandes cantidades de información, ¿lo ve factible? En el caso de que crea en esta posibilidad, ¿cuánto tiempo estima que llevará llegar a este fin?**

Aunque suene extraño, pienso que llevamos demasiado tiempo siguiendo pistas falsas. Nos ha dado mejor resultado observar el comportamiento de insectos que el del cerebro humano.

Creo que debemos dejar que las máquinas encuentren su propia forma de comportarse inteligentemente.

**3. ¿Qué capacidad tienen las máquinas para aprender modelos de comportamiento que le sirvan para resolver otros problemas?**

Escasa, porque no pueden percibir nuestro comportamiento con facilidad. Internet es el único medio simbólico en el que pueden observar y aprender. Cleverbot es un ejemplo de esto.

**4. ¿En qué consiste la interactividad hombre máquina? ¿Cuáles son los tipos?**

Consiste en interfaces de comunicación más avanzados. Ni idea sobre los tipos.

**5. Se habla de tres potencialidades del espíritu humano: inteligencia, memoria y voluntad, ¿qué pueden hacer en cada uno de estos campos las arquitecturas inteligentes?**

En memoria hemos hecho mucho, aunque de un tipo diferente a la humana, no es asociativa. En inteligencia humana no hemos hecho aún gran cosa. Y en voluntad, habrá que plantearse si esto tiene sentido, por el momento las máquinas existen en régimen de esclavitud.

**6. Una vez logrado el comportamiento de sistemas inteligentes a través de las emociones, ¿pueden también generar sentimientos?, ¿y sensaciones?**

Iamus compone partituras que al interpretarse provocan emociones en los oyentes. No es extraño, a fin de cuentas, estas están conectadas a lenguajes intermedios, como el sonido o el mismo lenguaje humano, basta generar algo en ese lenguaje para activar la emoción.

**7. En su opinión, ¿pueden ser creativos los sistemas inteligentes? ¿Se le pueden atribuir cualidades de la inteligencia creativa como la originalidad?**

Totalmente. Sólo hay que modelar lenguajes lo suficientemente amplios para que el resultado de su búsqueda sea sorprendente para nosotros.

**8. Citando a Rosa Olivares (2008), cuando HAL 9000 decide tomar el mando de la nave en *2001: Una Odisea del Espacio*, empieza toda una historia de máquinas rebeldes. Las posibilidades que nos ofrece el cine moderno respecto a máquinas humanizadas confluyen en fines cuanto menos apocalípticos, como si nos quisieran advertir de un desastre asegurado cuando la máquina tiene sentimientos y ansía afecto o saber “quienes” son. ¿Ve esta reacción como algo normal frente a lo desconocido?**

La industria del cine, como industria que es, produce aquello que más dinero le reporta. La saga *Terminator* es un buen ejemplo, no creo que hubiera tenido el mismo éxito con robots que no se revelan. En literatura tenemos un caso opuesto, las historias de robots de Isaac Asimov, donde el cerebro positrónico se rige por leyes que no permite dañar al ser humano. Curiosamente, la película *I, robot*, vagamente inspirada en el relato del mismo autor, apuesta por la misma estrategia.

**9. ¿Cuál cree que es el papel de la I.A. en los planos de la actividad humana como el arte, las relaciones interpersonales, actividades sociales, lúdicas o laborales?**

Constituirá una herramienta imprescindible, ya que acelera la búsqueda de obras y soluciones, exactamente como ocurre ya en ciencia. Las nuevas tecnologías también abrirán campos inimaginables ahora.

**10. Existen opiniones como la del biólogo Lewis Wolpert (Inglaterra, 1929), que**

**sostienen la gran diferencia existente entre arte y ciencia, y debido a esta diferencia el arte no puede aportar nada a la ciencia. ¿Cree que el arte híbrido sólo se sirve de las innovaciones técnicas para crear nuevas maneras de ver el mundo?**

No conozco el producto de este arte híbrido, pero pienso que el arte puede aportar mucho a la ciencia, a nivel de inspiración.

**11. Muchos investigadores, se preocupan por la dificultad que tiene la sociedad para entender sus avances científicos, quizás, como afirma Stephen Wilson, *la ciencia aún no es considerada como cultura* (Wilson, S. 2010, 87). ¿Considera que la figura del artista puede ser el mediador necesario entre los complejos avances tecnológicos y la sociedad?**

No lo creo. La ciencia tiene su lenguaje y debe encontrar sus propias formas de representar los resultados a una comunidad que lo desconoce. El arte sigue normas diferentes, de hecho el ideal es no tenerlas.

**12. En su opinión, ¿qué cree que persiguen los investigadores que trabajan en el campo de la I.A., ¿la autonomía de los objetos inteligentes?, porque esto supondría que algún día, las arquitecturas inteligentes sobrepasarían a la humanidad, ¿está de acuerdo con esta posibilidad?, ¿cómo ve el futuro respecto a esto?**

El cerebro de Homo Sapiens Sapiens sobrepasó al de especies precursoras, y así ocurrió desde que la vida evoluciona sobre la Tierra. No sería extraño que esto ocurra con las máquinas que creamos.

La autonomía es una propiedad muy importante de los seres vivos, probablemente tenga algo que ver en la emergencia de la inteligencia. Pero no estoy seguro de qué buscan los investigadores en I.A., yo busco entender procesos biológicos complejos, no creo que coincida con la mayoría.

## 10.2. SELECCIÓN DE IMÁGENES POR PARTE DE LOS ENCUESTADOS

### 10.2.1. Amparo Alonso.



*El Pensador* (1902), Auguste Rodin.

*El Pensador*, de Rodin, se trata de una gran escultura en bronce creada en 1880. La figura representa a un personaje cavilando; y precisamente es ese el significado global de la pieza, la reflexión. Originalmente la obra fue esculpida para representar a uno de los personajes de la *Divina Comedia*, concretamente a Dante meditando sobre su vida a las puertas del infierno.

La posición sedente de la figura aparece como una representación necesaria, fruto del ritmo vertiginoso de los acontecimientos coetáneos a la época en la que fue realizada. Tanto fluir de información y hechos invitaban al descanso, a detenerse y reflexionar, a la necesidad de procesar todo lo acontecido; un recuerdo de la “obligación” de parar en medio de la vorágine para entender lo que se está llevando a cabo. Y es en esta idea donde se articula la metonimia con respecto a la I.A. Al fin y al cabo, esta tesis trata de eso: de meditar sobre los cambios experimentados a través de los sistemas artificiales.

Conviene recordar que la escultura está formada por una mole de bronce y mármol (650 kilos de peso y 1,98 metros) emplazada sobre una peana que nos obliga a mirar hacia arriba.



Es una reminiscencia del antropocentrismo. Los increíbles avances en computación no son sino una reafirmación de lo humano.

*El Pensador* encarna al hombre reflexionando sobre su destino, y al creador sobre su obra. Por eso no es de extrañar que Amparo Alonso, investigadora en Ciencias de la Computación, haya escogido esta imagen para encarnar el significado de I.A. Una llamada de atención sobre la importancia que tiene ser conscientes de lo que vamos formando y gestando, incluso desde una mente matemática.



LIDIA, Laboratorio de I+D en I.A.

LIDIA es el acrónimo de Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, del que la propia Amparo Alonso es su investigadora principal. Este grupo de investigación pertenece al Departamento de Computación de la Universidad de A Coruña.

La investigación llevada a cabo por este grupo se ha centrado principalmente en el aprendizaje automático a través de algoritmos y técnicas de usabilidad y valoración de sistemas de *software*. Desarrollan también soluciones informáticas a problemas adscritos a diversas áreas:

Ingeniería:

- Mantenimiento predictivo para dispositivos mecánicos.
- Control de procesos industriales.
- Diseño en ingeniería civil.

Socioeconomía y medio ambiente:

- Predicción del riesgo de incendios.
- Gestión de recursos de extinción.
- Soporte a la decisión en la gestión y coordinación de recursos escasos.

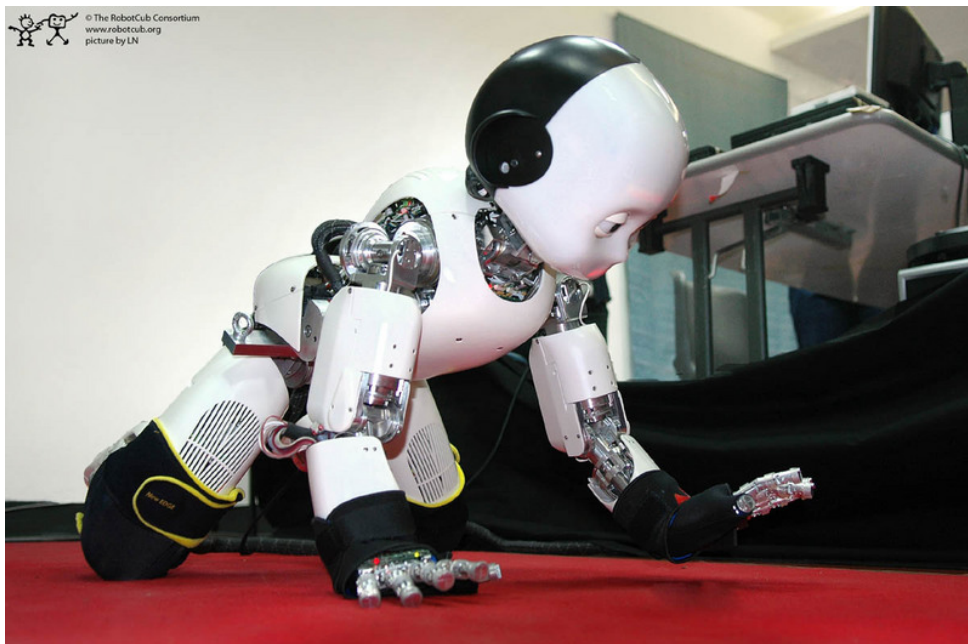
Salud:

- Ayuda a la decisión para la prescripción y supervisión personalizada de actividad física.
- Diagnóstico y pronóstico del estado antenatal. Telemonitorización desde centros de salud.
- Diagnóstico, clasificación y monitorización de pacientes con síndrome de apnea en sueño.
- Monitorización inteligente para pacientes en UCI.

Informática:

- Validación y usabilidad de software.
- Seguridad informática, especialmente en el desarrollo de técnicas de detección de intrusos en redes de ordenadores.

### 10.2.2. Raúl Arrabales



*iCub* aprende a integrar el lenguaje y las acciones relacionando cada objeto con un nombre y su posición en el espacio.

El objetivo conseguido con este tipo de robot ha sido estudiar la cognición a través de la

implementación de un robot de tipo humanoide, dotarlo de nuevos algoritmos inspirados en procesos biológicos humanos.

Como suele ocurrir con los robots de tipo interactivo, está integrado por una serie de sensores para obtener la información necesaria con el fin de establecer comunicación con el entorno. Una vez captada la información externa a través de micrófonos y cámaras, es procesada. El *feedback* correspondiente se lleva a cabo a través de los movimientos realizados por piernas, brazos, cabeza, etc. Todo este desarrollo permite que *iCub* realice actividades humanas, como percepción visual y sonora o movimientos físicos.

Ha sido creado a cargo del Consorcio Internacional RobotCub, del cual forman parte diversas universidades. Su tamaño y características son las propias de un niño de tres años de edad.

Paralelamente, el proyecto pretende ser una plataforma abierta, con *software* de código abierto. Esta democratización del conocimiento y descubrimiento de ciencia y tecnología está muy ligada al mundo de la I.A. El carácter participativo de este proyecto facilita la colaboración de distintos grupos de investigación, permitiendo realizar constantes mejoras en su diseño.

La elección de una imagen que representa el estudio de principios neuronales, psicológicos, de comportamiento y de emoción evidencia la importancia de estos temas en relación a los sistemas sintéticos.

### 10.2.3. David Casacuberta

El acrónimo de *HAL* es “computador algorítmico heurísticamente programado”, objeto y personaje ficticio perteneciente a la película *2001: una odisea en el espacio*.

Según el creador de *HAL*, Dr. Chandra, su nombre viene de *Heuristic ALgotihmic*. Bajo este significado, y viendo el desarrollo de la película, encarna el fracaso de la tecnología.



“El ojo de *Hal 9000*, evidentemente”  
(Casacuberta, D. 2013).

*HAL* es la computadora de la nave espacial, encargada de las funciones vitales. Esta inteligencia artificial acaba por enloquecer, una cualidad estrictamente humana. Pero lo que el director muestra a través de este personaje es cierto sentimiento de amenaza hacia un objeto con gran poder sobre nosotros y nuestro entorno; una visión ciertamente apocalíptica, presente en muchas películas de ciencia ficción.

El fallo en el sistema *HAL* muestra el deterioro de su conciencia, una suerte de locura computacional que se vuelve contra los astronautas. Estos pretenden apagarlo y comienza una lucha por la supervivencia, en la que *HAL* procede a matar a la tripulación que representa una amenaza para él.

Pese a tratarse de un personaje inventado, existen varias reminiscencias de sistemas emergentes: circuitos de cámaras y audífonos para la percepción e interactividad, procesamiento del lenguaje verbal y no verbal, reconocimiento facial y de emociones humanas, razonamiento, locura y apreciación del arte (en un momento *HAL* llega a cantar una

canción).

Hay una parte de la película en la que la computadora juega al ajedrez contra un miembro de la tripulación a bordo, al que derrota. Esta victoria es interpretada como la dominación de las máquinas sobre el hombre. Sería casi treinta años después, en 1996, cuando un ordenador (*Deep Blue*) superase al campeón mundial Gary Kaspárov.

Pero esta no ha sido la única premonición de la película. Su propio título, *2001: Una odisea en el espacio*, presenta un futuro demasiado optimista. Hemos sobrepasado esta fecha y la realidad presente aún no alcanza a la imaginada en el film.



El robot insectoide autónomo de Rodney Brooks.

El robot *Genghis* fue construido en el MIT a finales de los 80 con el fin de explorar la superficie de Marte. Contiene una serie de sensores piroeléctricos para la detección de vida animal. Los motores de sus patas operan de forma independiente, produciendo el fácil desplazamiento del mismo, ayudado por su ligereza (1 kg.). Lo más destacable de *Genghis* es su capacidad de aprendizaje, que realiza por sí mismo. Cada extremidad reacciona de manera independiente frente al entorno al que se enfrenta, por lo que se evita tener que programar detalladamente cada paso.

Se trata, pues, de un ejemplo de computación evolutiva; es decir, trabaja con los procedimientos de búsqueda y de resolución de problemas inspirados en la evolución natural

(algoritmos evolutivos). La aleatoriedad de este robot es una de las características mejor logradas.



*La rebelión de los objetos* (siglos I-VI d.C.), cultura Mochica, Perú

Como comentaba David Casacuberta (2013), el temor humano a objetos “superiores” viene de muy atrás. Esta ilustración, perteneciente a la cultura Mochica de Perú (siglos I-VI d.C.), es una muestra del miedo a que nuestras creaciones nos acaben destruyendo.

Esta civilización era gran constructora de pirámides. Concretamente, este mural pertenece al templo de *Huaca de la Luna*. En él se pueden apreciar objetos cotidianos persiguiendo a los hombres. Se trata de un constructo antecesor a la ciencia ficción, que presenta robots inteligentes volviéndose contra nosotros (escenas que revelan el período de inteligencia creadora y el factor de “incertidumbre” que origina todas estas fobias de la tecnología).

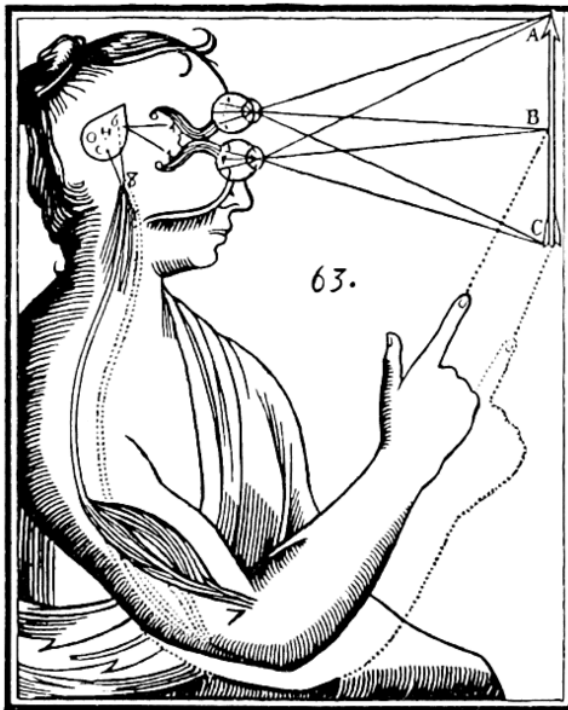
En dicho mural se aprecian redes, petos, escudos y otros elementos, tanto bélicos como agrícolas, que adoptan formas humanas y arremeten contra soldados semidesnudos a los que golpean y arrastran por los cabellos. Esta personificación de los objetos es claramente similar a los sistemas inteligentes actuales. Cuando los robots adquieren cualidades altamente humanas es cuando empezamos a concebirlas como amenaza.

#### 10.2.4. Manuel González

El dualismo de Descartes habla de las entradas de información que se transmiten por los órganos de los sentidos hacia el cerebro, y de allí pasan al llamado *espíritu material*. Como se



ha comentado al principio de esta tesis doctoral, existe una nueva corriente de pensamiento científico basada en la fisiología, transformando las ideas pasadas en relación al funcionamiento de la mente humana. Esto se ha considerado como la base de la I.A. El reduccionismo y capacidad cuantificadora de estas teorías facilita su traducción al reino artificial.



*Visión Cartesiana* (1644), René Descartes.

Dibujo de Descartes: propone la separación de la mente y el cuerpo como sustancias distintas. Esta dualidad está implícita en el programa de la I.A. clásica. (Manuel González).

La *hipótesis asombrosa*, de la que ya se ha hablado, permite evidenciar que, tanto los pensamientos, como las alegrías o las sensaciones, son consecuencias de la actividad fisiológica de los tejidos cerebrales.

El filósofo francés niega la posibilidad de que una máquina pueda ser inteligente, ya que sus mecanismos son limitados y predecibles. Sin embargo, la I.A. “fuerte” se acerca a la idea de Descartes en cuanto a que la mente podría no estar adscrita a propiedades meramente físicas.

Ciertamente, la I.A. fuerte sólo tiene sentido dado el supuesto dualista de que, en lo que concierne a la mente, el cerebro no importa. En la I.A. fuerte (y en el Funcionalismo también) lo que importa son los programas, y estos son

independientes de su realización en máquinas; sin duda, en lo que respecta a la I.A., el mismo programa podría realizarse por una máquina electrónica, una substancia mental cartesiana, o el espíritu hegeliano del mundo (Searle, J. (2011) Descartes: las intuiciones modales y la Inteligencia Artificial clásica. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-22012011000100014](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-22012011000100014))

La importancia del dualismo respecto a la I.A. es precisamente que, al negarla, debe llamar nuestra atención para analizar las diferencias y el porqué.



“Derrota del gran maestro Gary Kasparov contra Deep Blue, un Ordenador de IBM diseñado para jugar al ajedrez. Supuso un gran éxito y enorme publicidad para las aplicaciones desarrolladas en el ámbito de las máquinas inteligentes” (González, M. 2013).

La derrota del ajedrecista Kasparov a manos de *Deep Blue* en 1997, ha sido otro de los hechos mencionados en el presente trabajo. Supuso una prueba fehaciente de cómo las máquinas empezaban a superarnos en capacidades como la memoria.

Sus programadores calcularon que podía evaluar 220.000.000 de posiciones por segundo, escogiendo el mejor movimiento entre semejante maremágnum. Deep Blue estaba programado para desechar las jugadas malas y escogía su movimiento entre unos pocos, proceso en el que no invertía demasiado tiempo



desechar las jugadas malas y escogía su movimiento entre unos pocos, proceso (Cordeo, J. Kasparov vs Deep Blue II Disponible en <http://www.ajedrezdeataque.com/04%20Articulos/00%20Otros%20articulos/Computadoras/Kasparov.htm>)

La partida de ajedrez ganada por una computadora replanteó de nuevo cuestiones como la superioridad de las máquinas, el control sobre la propia creación y el alcance de las inteligencias artificiales.



“Imagen final de *Blade Runner: Nexus 6*, un replicante que sabe que va a ser desconectado, hace un hermoso canto que empieza: ‘yo he visto cosas que no imagináis...’. Supone la conciencia del que sabe que va a morir y que con él desaparecerá también todo su mundo de experiencias y recuerdos” (González, M. 2013).

Se trata del personaje *Nexus 6* de la película que Ridley Scott realizó en 1982 basándose en la novela de Philip K. Dick, *¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?* Es otro ejemplo de ciencia ficción que se adelanta a la realidad.

*Nexus 6* es un “humano artificial”, perteneciente a un grupo de replicantes fabricados a través de la ingeniería genética. Estos son empleados como esclavos para actividades

utilizado para explorar la superficie de Marte. En el momento en que se realizó la película ya se barajaba la posibilidad de conciencia en I.A. Al igual que pasa con *HAL* (el personaje de *2001: Una odisea en el espacio*), los replicantes son declarados ilegales en nuestro planeta tras un motín mortal en Marte; la máquina que se rebela contra sus creadores humanos.

*Nexus*, como se aprecia en la imagen, se asemeja enormemente a los humanos, aunque sobrepasándolos en cualidades físicas como agilidad y fuerza. Sin embargo, una de las grandes carencias de estos robots es la capacidad de empatía y cualidades emocionales humanas. Pese a esto, al final de la película, cuando *Nexus* va a ser asesinado (desconectado), muestra un lado sorprendentemente humano al ser consciente de su muerte inminente y realizar el siguiente discurso:

Es toda una experiencia vivir con miedo, ¿verdad? Eso es lo que significa ser esclavo. Yo he visto cosas que vosotros no creeríais. Atacar naves en llamas más allá Orión. He visto rayos brillar en la oscuridad, cerca de la Puerta de Tannhäuser. Todos esos momentos se perderán en el tiempo, como lágrimas en la lluvia. Es hora de morir. (Berdión, C. (2013) Monólogo genial: Roy Batty (Nexus 6) en Blade Runner (Ridley Scott) EE.UU. 1982 (actualizado). Disponible en <http://ciecia-ficcion.blogspot.com.es/2008/10/monlogos-geniales-roy-batty-nexus-6-en.html>)

De nuevo, se plantea una sociedad futura basada en la ingeniería genética, donde existe una cacería entre máquinas “humanizadas” y personas.

#### 10.2.5. Carlos León

En palabras del propio entrevistado:

voy a ser un poco *creativo*, y te voy a poner lo que es la IA. No para mí, sino lo que es en realidad: un conjunto de programas de ordenador, de algoritmos, nada

más. Código que ejecuta un procesador y cuyo resultado al ejecutar nos hace creer que el resultado lo ha producido un ser inteligente. Te pongo un algoritmo de búsqueda que es la base de un programa que juega al ajedrez. Eso es la I.A. (León, C. 2013, p. 437)

```

gameTree :: Position a => a -> GameTree a
gameTree pos = moveToGameTree (Move 0 pos)
  where
    moveToGameTree :: Position b => Move b -> GameTree b
    moveToGameTree m = Node (usedDepth m) (newPos m) (map moveToGameTree (moves
      (newPos m)))
prune :: Position a => Int -> GameTree a -> Maybe (GameTree a)
prune d node
  | d > 0   = Just $ Node (depth node) (pos node) $ catMaybes $ map (prune (d - depth
    node)) (children node)
  | otherwise = Nothing
minimax :: Position a => GameTree a -> Int
minimax (Node _ pos []) = score pos
minimax (Node _ _ children) = maximum $ map (negate . minimax) $ children
alphaBeta :: Position a => GameTree a -> Int
alphaBeta n = alphaBeta' (negate ws) (ws) n
  where
    ws = winscore (pos n)
    alphaBeta' :: Position a => Int -> Int -> GameTree a -> Int
    alphaBeta' _ _ (Node _ pos []) = score pos
    alphaBeta' alpha beta (Node _ _ children) = fst $ foldl' sub (alpha, beta) children
  where
    sub :: Position a => (Int,Int) -> GameTree a -> (Int, Int)
    sub (alpha,beta) n
      | alpha >= beta = (alpha, beta)
      | otherwise    = (max alpha $ negate $ alphaBeta' (negate beta) (negate alpha) n, beta)

```

Poco más puedo decir en este caso. Como bien indicaba Carlos León, se trata de una

propuesta original. No es una imagen al uso, como en el resto de casos, sino una serie de letras, signos y símbolos, que sólo adquieren su correcto significado si la persona que las ve tiene los conocimientos necesarios para interpretar o traducir esta información.

#### 10.2.6. Alejandro Pazos



Santiago Ramón y Cajal. Precursor de las bases biológicas de la I.A. (Pazos, A. 2013).

Este médico español fue el que conformó las bases del conexionismo a través de su descubrimiento de las estructuras neuronales y sus formas de interconexión.

Las teorías conexionistas son un conjunto de enfoques en los campos de I.A., psicología cognitiva, filosofía de la mente, neurociencia y ciencia cognitiva. Estudian los fenómenos de la mente y sus comportamientos fruto de los procesos de redes neuronales interconectadas. Así, entre los múltiples tipos de conexionismo, las redes neuronales es uno de los más importantes y más utilizados hoy en día. De estas derivan las llamadas *redes neuronales artificiales*. Los neurocientíficos computacionales trabajan bajo las premisas del realismo biológico para conseguir implementar en máquinas funciones de aprendizaje o cognición.

La siguiente imagen propuesta por Pazos (2013) es de Alan Turing. Este matemático inglés revolucionó la manera de pensar al incluir un enfoque científico en la disciplina informática, a

través de la concepción de máquinas abstractas capaces de procesar símbolos. Son las llamadas *máquinas de Turing*. Todo esto gracias a su capacidad de solucionar problemas abstractos a través de los números, a sus numerosas investigaciones en programación y redes neuronales y a abrir caminos conceptuales.



“Alan Turing. Precursor en las bases computacionales de I.A.” (Pazos, A. 2013).

Fue su artículo “Computing Machinery and Intelligence” la base de la nueva rama de las ciencias computacionales: la I.A. El *test de Turing* (1950), del que, como es natural, ya se ha hablado en otro capítulo de esta tesis, es la esencia de los sistemas inteligentes. Profundiza en las posibles relaciones fruto de la comunicación entre un interfaz y una persona, así como en el cuestionamiento de los límites de simulación del razonamiento humano.

El afamado test supone una investigación y reflexión filosófica por parte de Turing, que ha marcado el devenir de la I.A. Aún hoy, pese a los vertiginosos avances en esta disciplina, se sigue tomando como base y referencia el concepto de la prueba diseñada por él. Y es que el matemático inglés ofreció una salida alternativa a la definición de inteligencia a una máquina. Dados los problemas semánticos a este respecto, la prueba ofrece una opción válida de categorización de inteligencia computacional.



John McCarthy, considerado el padre de la I.A.

Si bien Turing sentó las bases de la I.A., McCarthy acuñó el término *inteligencia artificial* en la conferencia de Dartmouth (1956). Pero también es reconocida su labor como creador de LISP (Locator/Identifier Separation Protocol), el lenguaje de programación diseñado específicamente para construir máquinas inteligentes.

Dentro de la complejidad para definir qué es la I.A., McCarthy propone una definición clara y sencilla que la define como la ciencia e ingeniería de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligentes. También hizo referencia a la problemática de cualidades humanas un tanto abstractas implementadas en agentes emergentes, considerando que es difícil ser riguroso sobre si una máquina realmente ‘sabe’ o ‘piensa’, etc., pero aún con esto, las hemos definido, poniendo como ejemplo que entendemos los procesos mentales humanos ligeramente mejor que un pez entiende el nadar.

El matemático americano dio un paso más en el campo de la computación al perseguir la tan ansiada voluntad en la máquina, preguntándose si algún día un ordenador podría decir: puedo, pero no quiero.

### 10.2.7. José Luis Salmerón

“No soy un artista ☺”, esta fue la respuesta de José Salmerón.

Sorprendente reacción al preguntar a José Luis Salmerón (2013) por tres imágenes que para él representasen la I.A. Esta cuestión nada tiene que ver con ser artista o no. Se me ocurren diversas interpretaciones frente a esta contestación. Puede que el encuestado entendiese que las imágenes debían de ser originales, creadas por él; o tal vez simplemente relacione su trabajo con la investigación puramente científica y vea en la interpretación teórica de las imágenes una cuestión a tratar por el campo artístico. Sea como fuere, este tipo de respuesta reafirma la inconsistencia actual del discurso transdisciplinar de la I.A.

#### 10.2.8. Francisco Vico



*Genghis* (años 80), Rodney Brooks.

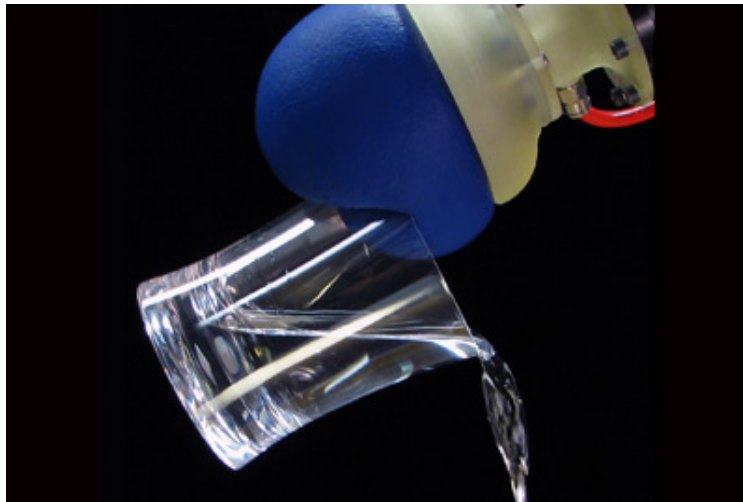
Aparece de nuevo el robot creado por Rodney Brooks. Es curioso que de las 16 imágenes, dos se repitan, por lo que este modelo computacional debe ser de los más influyentes en el campo de la ciencia informática. Como ya se comentó previamente, *Genghis* representa la computación evolutiva, un modelo de inteligencia basado en las leyes naturales de la evolución.

La siguiente propuesta: *Gripper*, es una muestra de originalidad que radica en una mano mecánica compuesta de un globo de látex y café molido en su interior. La sofisticación de su *software* contrasta con la simplicidad y banalidad de un elemento.

Mientras los diseños convencionales en robótica persiguen la creación de “manos” lo más



parecidas posibles a las humanas, los investigadores de Cornell han obviado la idea de falanges y han conseguido los mismos resultados de agarre con el aspecto que se aprecia en la imagen.

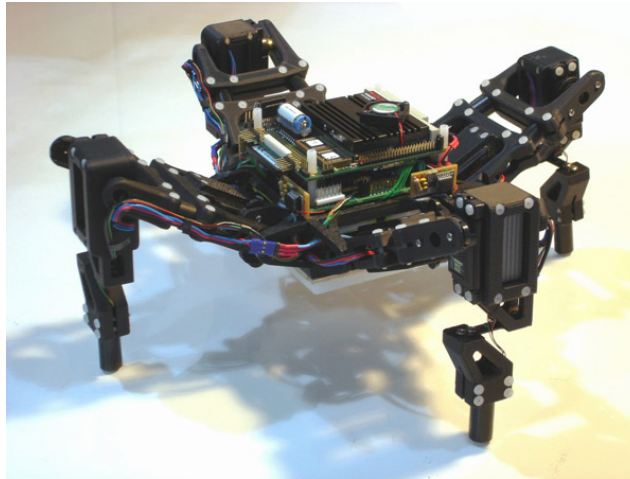


“Gripper de Hod Lipson, hay que ser muy inteligente para hacer un robot con café molido”.

La clave está en la adaptabilidad que supone un objeto maleable como es un globo relleno de café molido. Este está unido a un brazo robótico. La masa granular se desplaza hacia abajo y se deforma alrededor del objeto deseado. Luego, un vacío succiona el aire fuera del globo, produciéndose así la solidificación de su agarre. Cuando se libera el espacio, el globo se vuelve suave de nuevo, y la pinza se afloja.

*Gripper* evidencia el uso de un modelo simple aplicado a la resistencia mecánica, abriendo nuevas posibilidades para el diseño de sistemas simples pero adaptables que tienen éxito en el agarre rápido de objetos complejos. La convivencia de estos diseños sencillos y de corte naif en I.A. puede tomarse como un síntoma de “lo circular”; es decir, una vez se ha alcanzado cierta madurez y seguridad en sistemas artificiales complejos, esa complejidad se aplica a artilugios basados en la idea de simplicidad. Podríamos hablar de economía de sofisticación en I.A.





*Estrella negra*, Hod Lipson.

Estamos ante otra de las creaciones robóticas de Hod Lipson, llamada *Estrella negra* haciendo referencia a su morfología (como una estrella de mar). Pese a su apariencia poco sofisticada, la pieza cuestiona una de las mayores preocupaciones actuales en I.A.: ¿es capaz de pensar por sí misma?, hablando siempre en términos mecánicos y computacionales.

El presente modelo consta de dos circuitos neuronales: motor y sensorial. Estos, que equivalen a la “mente” del robot, están representados bajo dos algoritmos con 250.000 simulaciones pre-programadas cada uno, consistentes en todos los posibles movimientos que pueden ser generados por sus miembros. Como en otros ejemplos de este tipo, las acciones impredecibles de la máquina y su toma de decisiones se basan en el azar de gran cantidad de pasos prediseñados. Pero como apuntaba Raúl Arrabales (2013) en la encuesta realizada, incluso los seres biológicos poseemos cierta preprogramación (aludiendo a lo innato), y el resto es adquirido (aprendizaje). Por tanto, incluso las tareas realizadas autónomamente por un agente emergente “ya estaban ahí”. La inteligencia aparece en la elección más acertada para solucionar un problema.

La cuestión es si podemos considerar la ejecución algorítmica de la estrella como equivalente a la acción de pensar. ¿Es el robot consciente? ¿Se percata de qué cosa es? ¿”Sabe” lo que está haciendo? Todas estas incógnitas se resuelven a través de su manera de proceder: la estrella genera representaciones internas de sus propios movimientos. Continuas

proyecciones de su propia colocación topológica permiten que se adapte lo mejor posible a la marcha.

Pese a que, como se comentó antes, cada posible disposición está prediseñada, las decisiones tomadas por la estrella de mar para su locomoción no están preprogramadas. Son los algoritmos los encargados de la toma de decisiones. Al igual que ocurre en el mundo natural, el robot utiliza modelos de predicción que le permiten adaptar sus extremidades de la mejor manera para evitar lesiones. La diferencia con otros prototipos convencionales es que estos ajustan su marcha mediante el binomio *ensayo - error*, mientras que el proyecto de Lipson muestra una función cognitiva ciertamente compleja, ya que tiene la capacidad de predecir.

Pese a que la *Estrella negra* realiza una sola y simple función, desplazarse, demuestra cierta inteligencia.

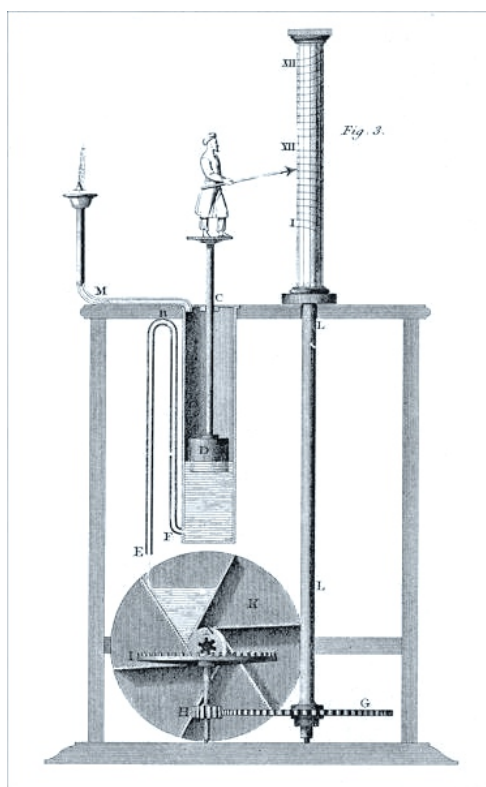
El caso propuesto ejemplifica el problema semántico a la hora de demostrar el grado de voluntad, inteligencia y autoconsciencia que tiene una máquina.

### 10.3. SELECCIÓN PERSONAL DE IMÁGENES

Tras mostrar y analizar las imágenes elegidas por los encuestados, considero pertinente mostrar las que para mí representan la I.A. Estas ejemplifican estéticamente el conocimiento adquirido a lo largo de estos años de investigación.

Las imágenes que se muestran a continuación no han sido seleccionadas por su valor artístico, sino por su poder como símbolo que encierra un discurso. Algunas de ellas funcionan como antecedentes a esta disciplina informática, que nos remiten a la voluntad humana de crear mecanismos que alteren y traspasen los límites temporales. Concluye esta sección con una imagen que representa la inclusión de sistemas artificiales en nuestra realidad y la incapacidad que tenemos para distinguirlos de los biológicos, debido a su semejanza.

### 10.3.1. Clepsydra



**Figura109.** *Clepsydra* (s. XIX), Ctesibius.

El indicador de hora asciende cuando el agua fluye. Además, una serie de engranajes giran un cilindro que corresponden a las horas temporales. Recuperado de [http://en.wikipedia.org/wiki/Water\\_clock](http://en.wikipedia.org/wiki/Water_clock)

La primera imagen escogida es un diagrama de la *Clepsydra*, ya que es un importante antecedente de la I.A. Se trata de un reloj griego que funcionaba como sistema de control. Estamos por tanto ante una máquina autocontrolada. El objetivo de esta era que el nivel de un depósito de agua subiera a una velocidad constante, lo que se realizaba por medio de un flotador que regulaba la entrada y salida del agua a un depósito auxiliar de manera que el nivel de este se mantenía constante y, por consiguiente, también su caudal de salida al depósito principal.

La *Clepsydra* tiene un alto valor tecnológico para su época, pero lo interesante de esta máquina se encuentra en su carácter multidisciplinar, ya que el documento más antiguo donde se nombra la *Clepsydra* es el registro de un procedimiento judicial en el que se relata cómo

este mecanismo servía para asegurar que ambas partes disponían del mismo tiempo para las alegaciones finales. Así, nos encontramos ante una máquina autocontrolada, medidora del tiempo y que funciona como dispositivo para asegurar la igualdad de condiciones en un pleito.

La idea de que un reloj de agua pudiese realizar una acción de manera automática se le ocurrirá más tarde a Platón, quien diseña un sistema de alarma basándose en este ejemplo.

### 10.3.2. La Creación de Adán



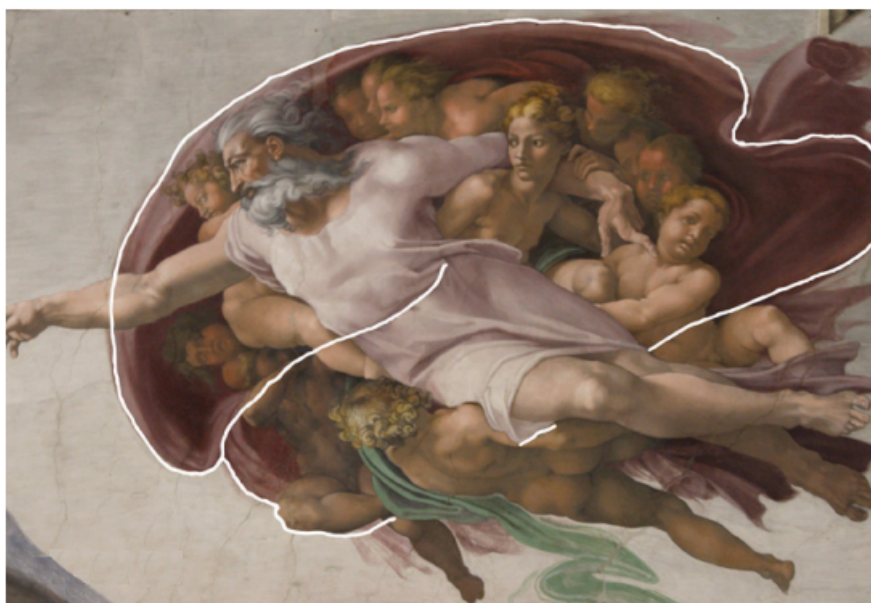
**Figura 110.** *La creación de Adán* (1512), Miguel Ángel.  
Este es un fragmento del célebre fresco que ilustra el episodio de la Biblia en el que Dios da vida a Adán.  
Recuperado de <http://www.sofiaoriginals.com/jul725pintura27.htm>

Las dos manos que aparecen en el fragmento son casi iguales, con posiciones idénticas, aludiendo al Génesis 1:27, que dice que Dios creó al hombre a su imagen y semejanza, creándose de nuevo a sí mismo. Y esto es la esencia de la I.A.: construir máquinas, artilugios, robots o autómatas lo más parecido a nosotros para que podamos interactuar de la mejor forma posible.

El acto de creación representado en la Capilla Sixtina es una alegoría poética del origen del ser humano. Pese a que se trata de un ejemplo de la religión católica, es una idea que se

comparte en las principales religiones (judía e islámica), aunque algunos detalles difieren según la versión. Básicamente la historia relata cómo Adán fue creado a partir del polvo y Dios le dio la vida mediante un soplo. Esta acción creadora es otro claro ejemplo de elaboración de lo humano. Aunque estos casos pertenecen a la mitología, demuestran que desde el principio de la humanidad hubo la necesidad o voluntad de crear un “objeto” a imagen y semejanza del hombre.

En 1990, el doctor Frank Lynn Meshberger, en su artículo publicado en el Diario de la Asociación Médica Americana, expone que el fresco es una representación muy fiel de la anatomía del cerebro humano.



**Figura111.** *La creación de Adán* (1512), Miguel Ángel.

Se intuye el lóbulo frontal, el tronco del encéfalo, el cerebelo y la glándula pituitaria.  
Recuperado de <http://recopilonoticias.blogspot.com.es/2013/07/la-creacion-de-adan.html>

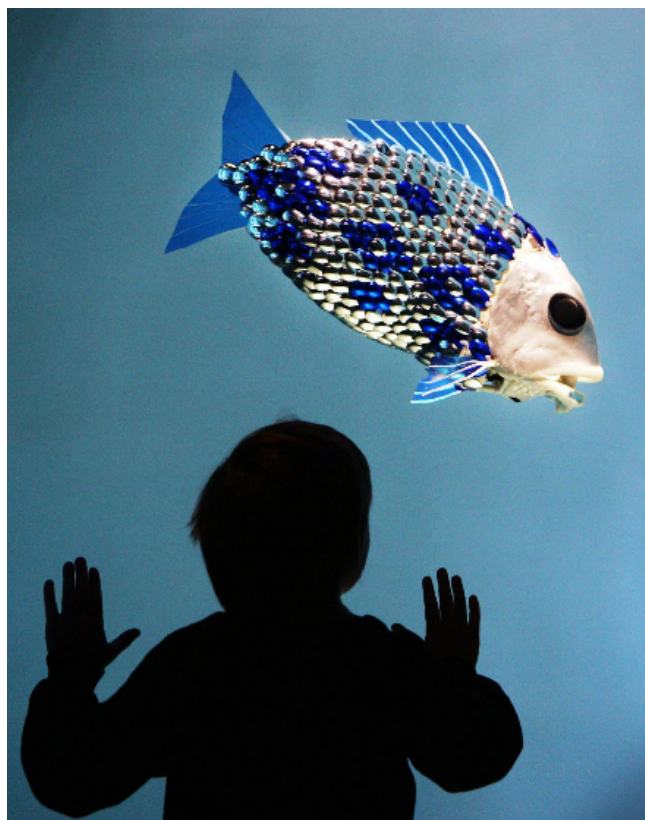
Sea o no posible esta interpretación, el propio Miguel Ángel sí entendió que su habilidad no residía en sus manos, sino en su cerebro, como se refleja en los sonetos que escribió.

El cerebro nos lleva a la reflexión, al mundo de las emociones biológicas. Empezamos en el Paleolítico, creando pequeñas herramientas de piedra. En nuestro camino evolutivo nos encontramos con la tecnología computacional más avanzada para la creación de “compañía”, y por eso las emociones juegan un papel muy importante. Como ya se ha mencionado al



principio de la presente tesis, nuestro comportamiento está guiado por el sistema de emociones; pero al mismo tiempo, su implementación en sistemas emergentes es necesaria para que nos podamos comunicar de manera compleja y profunda, algo muy propio de nuestra condición.

### 10.3.3. Pez Robot



**Figura112.** *Pez Cibernético.* (Universidad de Essex)

Este robot fue puesto a prueba en el acuario de Londres, que a simple vista y por sus movimientos, se confunde con un pez. Recuperado de [http://roboticadelfuturoxd.blogspot.com.es/2012\\_11\\_01\\_archive.html](http://roboticadelfuturoxd.blogspot.com.es/2012_11_01_archive.html)

Esta carpa robótica se ha analizado anteriormente. Sin embargo la he seleccionado como ejemplo representativo de la inmersión y aceptación de la I.A. en nuestra civilización.

Creado en la universidad inglesa de Essex, ha sido diseñado para surcar los mares y detectar la posible contaminación del agua. El pez es autónomo: cada ocho horas acude a su centro de carga para reponer energía y vuelve a nadar. Es también capaz de moverse sin

problemas, sorteando obstáculos.

Lo que llevó a sus creadores a mimetizar un pez de manera mecánica fue el éxito del propio diseño biológico. Comenta el principal científico de la firma de ingeniería BMT Group, que desarrolló el robot que al usar un pez robótico estamos partiendo de un diseño creado por cientos de millones de años de evolución y que portanto es increíblemente eficiente energéticamente. Es precisamente su similitud con un pez vivo lo que le permite nadar en el mar real con auténticos peces y pasar inadvertido, sin interrumpir el curso natural del fondo marino. Cinco de estos ejemplos robóticos han sido liberados en el mar Cantábrico con la finalidad de medir la contaminación de las aguas.

Lo mismo ocurre con la inclusión de tres ejemplares en el Acuario de Londres. Podemos decir, pues, que lo artificial va camino de confundirse con lo natural. Aquí se muestra la complejidad en la relación del observador con este tipo de modelo cibernético, llegando a confundirlo con el natural. Se diluye cada vez más la línea fronteriza de lo biológico y artificial.

